

O impacto da  
digitalização para  
reduzir lacunas e  
melhorar os serviços  
de infraestrutura

Infraestrutura  
no desenvolvimento  
da América Latina

ideal





O impacto da  
digitalização para  
reduzir lacunas e  
melhorar os serviços  
de infraestrutura

Infraestrutura  
no desenvolvimento  
da América Latina

**ideal**

Título:

IDEAL 2021:

O impacto da digitalização para reduzir lacunas  
e melhorar os serviços de infraestrutura

Depósito legal: DC2021001008

ISBN: 978-980-422-238-2

Editor:

CAF

Vice-presidente Conhecimento, Pablo Sanguinetti

Coordenação pelo CAF:

Walter Cont

Design Gráfico:

Estudio Bilder

Fotografias:

Robin Worrall (capa, p. 94), Melanie Brown (p. 89), Chapman Chow (p. 98),  
American Public Power Association (p. 109), Ernest Ojeh (p. 120)

As ideias e propostas contidas nesta edição são  
de responsabilidade exclusiva de seus autores  
e não comprometem a posição oficial do CAF.

Esta e outras publicações se encontram disponíveis  
em: [scioteca.caf.com](http://scioteca.caf.com)

© 2021 Corporação Andina de Fomento

Todos os direitos reservados

# Prólogo

A infraestrutura é um fator chave para o desenvolvimento sustentável, pela sua contribuição em múltiplas dimensões. Não somente contribui para o crescimento da economia e a competitividade das suas empresas, a integração do espaço nacional e regional e a diversificação do tecido produtivo, como também ajuda a impulsionar a inclusão social e a proteção do meio ambiente, melhorando assim a qualidade de vida das gerações presentes e futuras.

Durante anos, os departamentos setoriais e as áreas de investigação dos organismos multilaterais, o mundo acadêmico, consultores e atores dos setores público e privado vêm realizando estudos sobre esta temática. As pesquisas têm evoluído, passando da análise dos requerimentos de investimento em infraestrutura para atingir os objetivos de desenvolvimento à necessidade de ser eficiente na execução e destino dos investimentos e, mais recentemente, à adoção de uma visão mais abrangente, que considera os serviços prestados pela infraestrutura.

Paralelamente, tem surgido um conjunto de tendências que impactam e, ao mesmo tempo, interagem com os diferentes setores de infraestrutura. Sem pretender apresentar uma lista exaustiva, uma tendência muito importante nas últimas duas décadas corresponde aos avanços tecnológicos gerados pela digitalização. Estas mudanças ocorreram de forma complementar com outras tendências consideradas neste relatório, como a adequação da agenda sobre sustentabilidade ambiental, os processos de descentralização na produção de certos serviços de infraestrutura e o crescimento populacional nas cidades. Mais recentemente, as economias e os diversos setores foram abalados pela situação da pandemia de COVID-19 e tiveram que se adaptar a uma nova realidade imposta pela circulação do vírus.

Esta edição do IDEAL busca levar a análise ao nível dos serviços prestados pela infraestrutura, tendo a digitalização como tema transversal, priorizando dois setores, o de energia elétrica e o de transporte urbano de pessoas, por serem os mais expostos a esse avanço tecnológico. Estes setores oferecem riqueza suficiente e uma variedade de desafios, por exemplo, em termos de inovação e segurança no fornecimento, fixação de preços e políticas de subsídios.

O relatório aborda as lacunas nos serviços de infraestrutura com foco nos resultados, identificando diferentes dimensões que demandariam intervenções com base nos ativos existentes: o acesso ao serviço, o custo da prestação —que, em conjunto com a política selecionada pelas autoridades, afeta a acessibilidade financeira— e a qualidade. Também são analisados os desenvolvimentos digitais que vêm ocorrendo nos setores priorizados, como, por exemplo, o avanço das redes inteligentes no setor elétrico e, no caso do transporte de passageiros, o desenvolvimento de aplicativos para o uso da informação e planejamento de viagens e novos métodos de pagamento.

O impacto da COVID-19 acelerou a digitalização dos serviços de infraestrutura, por isso é interessante rever as adaptações pelas quais vêm passando os setores frente aos desafios enfrentados. Finalmente, se realiza uma discussão estruturada sobre intervenções em matéria regulatória —que inclui, por exemplo, o redesenho de mercados e esquemas tarifários—, sobre políticas públicas —por exemplo, políticas sociais compensatórias— e sobre necessidades de investimento em infraestrutura inteligente para fazer frente tanto às lacunas de serviço como os efeitos que podem ter os avanços tecnológicos.

Com esta nova edição do relatório IDEAL, o CAF se propõe a colaborar com o desenvolvimento da região, promovendo uma abordagem das intervenções e regulamentações em serviços de infraestrutura baseada em resultados, que permite um amplo entendimento das políticas públicas necessárias para impactar a produtividade e o bem-estar dos países e comunidades.

# Reconhecimentos

A preparação deste relatório é responsabilidade da Vice-presidência de Conhecimento, sob a direção de Pablo Sanguinetti.

A redação e edição desta edição esteve a cargo de Walter Cont.

Ronald Fischer colaborou no desenvolvimento do conteúdo do Capítulo 4.

A responsável pela edição de conteúdo foi Ana Gerez.

Os capítulos se nutriram de notas setoriais elaboradas especialmente para esta publicação por Carlos Romero (energia elétrica), Germán Lleras e Rafael Unda (transporte urbano), Marcelo Celani (TIC), Andrés Gartner e Lucila Capelli (logística), Leandro Zipitría (água), Martín Besfamille e Nicolás Figueroa (evasão em transporte de passageiros) e Sebastián López Azumendi (tópicos do Capítulo 4). Jorge Barbero colaborou como assessor externo.

Os assistentes de pesquisa foram Eliana Uesu e Exequiel Romero Gómez.

Se agradecem os comentários e contribuições valiosas recebidos de Pablo Sanguinetti, Antonio Silveira, Julián Álvarez, Christian Daude, Fernando Álvarez, Miguel Ostos, Jorge Concha, Pablo López, Fernando Peñaherrera, Mauricio Agudelo, Soraya Azan, Angie Palacios, Andrés Alcalá, Fernando Branger, Mariana Sarasti, Lian Allub, Franz Rojas, Agustín Alonso, Milnael Gómez, Pablo Cisneros, Rafael Farromeque e Eduardo Chomali.

# Conteúdos

Abreviaturas — 12

## 1

**Lacunas nos serviços de infraestrutura** — 14

**Evolução do conceito de lacunas em infraestrutura** — 14

O enfoque tradicional de lacuna de infraestrutura — 14

Lacuna de serviços: uma abordagem de resultados — 18

**Diagnóstico de lacunas de serviços na ALC** — 23

Energia elétrica — 23

Transporte urbano de passageiros — 32

Outros setores de infraestrutura — 47

**Síntese das lacunas de serviço nos setores de infraestrutura** — 53

## 2

**A tecnologia digital e seu impacto nos setores de infraestrutura** — 54

**Evolução do setor de TICs e a lacuna digital** — 54

A lacuna digital na América Latina — 57

**Outras tendências setoriais em energia elétrica e transporte urbano** — 62

Energia elétrica: eletrificação dos serviços e descentralização da produção e consumo — 62

Transporte urbano: urbanização e mudanças climáticas — 65

**A digitalização no setor elétrico: redes elétricas inteligentes** — 67

Evolução da digitalização no setor elétrico na América Latina: obstáculos e riscos — 70

Impactos esperados da digitalização sobre as lacunas dos serviços elétricos — 75

**A digitalização no transporte urbano de pessoas** — 77

Avanços da tecnologia no setor de transporte — 78

Evolução da digitalização, obstáculos e riscos no transporte urbano de pessoas — 81

Impactos esperados da digitalização nas lacunas de serviços de transporte — 87

**Granularidade e formação de mercados** — 88

Granularidade no setor de energia elétrica — 90

Granularidade no transporte urbano de passageiros — 90

**A digitalização em outros setores de infraestrutura** — 91

Água potável e saneamento — 91

Logística — 93

# 3

## **COVID-19: a aceleração da digitalização e implicações para os serviços** — 99

### **A COVID-19 e a aceleração da digitalização** — 99

Saúde — 102

Trabalho — 102

Educação — 102

### **Impacto da COVID-19 por setores de infraestrutura** — 104

Transporte urbano de pessoas — 104

Logística urbana — 106

Água Potável e Saneamento — 107

Energia elétrica — 108

# 4

## **Desafios e oportunidades: investimentos, regulações e políticas públicas** — 110

### **Contexto regulatório na região** — 113

#### **Regulação Econômica** — 118

Análise custo-benefício — 118

Redesenho de mercados — 118

Tarifação de serviços — 124

Colaboração e interação entre setores — 124

Capacitação — 125

#### **Investimentos** — 126

#### **Políticas públicas** — 129

Políticas sociais — 129

Políticas ambientais — 131

Políticas de segurança — 131



## **Referências bibliográficas** — 134

# Tabelas

- Tabela 1** Determinantes das dimensões da lacuna de serviço nos setores selecionados. — 21
- Tabela 2** Segmentação das cidades estudadas — 32
- Tabela 3** Tempo de viagem por modo de transporte (em minutos) — 40
- Tabela 4** Percepção da frequência e nível de ocupação do transporte público — 41
- Tabela 5** Índice de acessibilidade financeira do transporte público coletivo, dezembro de 2014 — 44
- Tabela 6** Indicadores da lacuna de serviço em água potável e saneamento — 47
- Tabela 7** Porcentagem da população cujas águas residuais são tratadas na América Latina — 49
- Tabela 8** Acesso, qualidade e acessibilidade financeira nos países selecionados, 2019 — 57
- Tabela 9** Indicadores selecionados do índice de desenvolvimento do ecossistema digital, 2010 e 2019 — 60
- Tabela 10** Porcentagem de energia renovável em potência e geração, 2017 — 63
- Tabela 11** Custo nivelado de energia por tipo, 2019. — 64
- Tabela 12** Tamanho, quantidade e população de cidades da América Latina — 67
- Tabela 13** Clientes com esquemas de preços dinâmicos nos EUA e porcentagem sobre o total de clientes, 2013-2018 — 74
- Tabela 14** Relação entre os benefícios da REI e as lacunas de serviços — 76
- Tabela 15** Novas tecnologias digitais no transporte urbano — 78
- Tabela 16** Porcentagem de utilização de aplicativo de informação, total e por gênero — 82
- Tabela 17** Porcentagem de finalidade dada aos aplicativos de informação — 82
- Tabela 18** Porcentagem de utilização de aplicativos de viagens e de micromobilidade — 83
- Tabela 19** Demanda potencial de viagens compartilhadas em cidades da América Latina, 2019 — 85
- Tabela 20** Relação entre tecnologias de transporte e lacunas de serviço — 87
- Tabela 21** Comparação da regulação nos diferentes países — 114

# Figuras

- Figura 1** Estrutura básica de uma REI (fluxo de energia e comunicação) — 69
- Figura 2** Impacto dos componentes de uma REI sobre a demanda de eletricidade — 76
- Figura 3** Mudanças nos setores e intervenções derivadas de novas tecnologias — 112

# Gráficos

- Gráfico 1** Investimento público em infraestrutura econômica na ALC (em porcentagem do PIB) — 16
- Gráfico 2** Acesso à eletricidade total, rural e urbana, em países com déficit de cobertura, 2018 — 24
- Gráfico 3** Tarifas elétricas residenciais por regiões: gasto em USD para um consumo mensal de 200 kWh e gasto anual como porcentagem do PIB per capita, 2018 — 24
- Gráfico 4** Tarifas elétricas residenciais por países, para um consumo mensal de 200 kWh, dezembro de 2018 — 25
- Gráfico 5** Preços da energia elétrica para entrega imediata nos países selecionados, 2018 — 26
- Gráfico 6** Perdas totais em eletricidade em diferentes regiões e países do mundo, 2010 e 2017 — 26
- Gráfico 7** Perdas totais em eletricidade em países da ALC, 2010 e 2017 — 28
- Gráfico 8** Indicadores de qualidade (SAIFI e SAIDI) na ALC, EUA e Europa, anos selecionados — 29
- Gráfico 9** Evolução do SAIFI (interrupções), nas principais distribuidoras de cada país, 2010-2018 — 30
- Gráfico 10** Evolução de SAIDI (horas) nas principais distribuidoras de cada país, 2010-2018 — 30
- Gráfico 11** Porcentagem da população que possui eletricidade mediante uma conexão informal à rede pública nas principais cidades de cada país, 2019. — 31
- Gráfico 12** Porcentagem da população que realiza viagens — 33
- Gráfico 13** Porcentagem da população que realiza viagens por gênero — 34
- Gráfico 14** Taxa de viagens por pessoa em dia útil — 35
- Gráfico 15** Taxa de viagens por pessoas que viajam em dia útil por gênero — 35
- Gráfico 16** Porcentagem de viagens por modo de transporte em dia útil — 36
- Gráfico 17** Tempo médio de caminhada para acessar os serviços de transporte — 37
- Gráfico 18** Tempo de caminhada para acessar o serviço de ônibus — 38
- Gráfico 19** Tempo médio de caminhada para acessar o serviço de ônibus por gênero — 39
- Gráfico 20** Custos do serviço de transporte público por viagem, 2014 — 42
- Gráfico 21** Custo de uma viagem de 7 km por meio de transporte, dezembro 2014 — 44
- Gráfico 22** Lacunas de acesso: diferenças entre o quintil mais rico e o mais pobre. — 48
- Gráfico 23** Gasto mensal com água potável de usuários residenciais para níveis de consumo de 17 m<sup>3</sup> e 100 m<sup>3</sup> (USD) — 50
- Gráfico 24** Preço por m<sup>3</sup> de água potável para usuários com níveis de consumo de 17m<sup>3</sup> (aproximadamente 200 m<sup>3</sup> anuais), 2018 — 50
- Gráfico 25** Proporção do gasto com dados em relação a um mês de PBI per capita, 2018 — 58
- Gráfico 26** Evolução da população urbana em várias regiões do mundo — 65
- Gráfico 27** Expectativa de evolução do número de cidades ou aglomerações urbanas por tamanho da população — 66
- Gráfico 28** Desenvolvimento e investimentos em uma REI — 70
- Gráfico 29** Lacunas em medidores inteligentes. ALC, EUA, Austrália e UE, 2018 — 71
- Gráfico 30** Porcentagem de pessoas que possui um medidor inteligente em casa — 71

**Gráfico 31** Estoque e porcentagem de novos registros de EVs em relação a novos registros de carros leves, 2017 — 72

**Gráfico 32** Impacto de falha em Chattanooga em uma REI em comparação com uma rede tradicional — 77

**Gráfico 33** Distribuição do número de viagens motorizadas por quarteto — 84

**Gráfico 34** Intensidade da mobilidade em países selecionados da América Latina — 100

**Gráfico 35** Velocidade de download de dados em rede fixa e móvel, julho de 2020 em comparação a fevereiro de 2020 — 101

**Gráfico 36** Porcentagem de crianças em domicílios sem acesso à Internet (média e primeiro quintil) — 103

**Gráfico 37** Evolução do número de agências reguladoras na América Latina — 116

**Gráfico 38** Responsabilidades regulatórias de agências do setor elétrico na América Latina — 117

**Gráfico 39** Proporção de pessoas dispostas a mudar padrões de consumo se isso gera uma economia na fatura do serviço — 128

## Boxes

**Box 1** Indicadores da lacuna de serviços no transporte urbano de mercadorias — 51

**Box 2** A lacuna de serviços na logística — 52

**Box 3** Quinta geração de tecnologias e padrões de comunicação sem fio - 5G — 56

**Box 4** Desenvolvimento de tecnologias disruptivas — 61

**Box 5** Digitalização no setor de água potável e saneamento — 92

**Box 6** Adoção de tecnologias pela Barbados Water Authority (BWA) — 93

**Box 7** As novas tecnologias digitais no setor de logística — 95

**Box 8** Impacto da digitalização nas lacunas de serviço no transporte urbano de mercadorias — 97

# Abreviaturas

<b>ALC</b>	América Latina e Caribe
<b>AMBA</b>	Área Metropolitana de Buenos Aires
<b>AMR</b>	Medidores de leitura automática ( <i>automated meter reading</i> )
<b>ARP</b>	Automatização robótica de processos
<b>B2B</b>	Comércio entre empresas ( <i>business-to-business</i> )
<b>B2C</b>	Entre empresas e consumidores ( <i>business-to-consumers</i> )
<b>BRT</b>	Ônibus de trânsito rápido ( <i>bus rapid transit</i> )
<b>CCE</b>	Contratos de compra de energia
<b>CEPAL</b>	Comissão Econômica para América Latina e Caribe
<b>DDI</b>	Índice da lacuna digital ( <i>Digital Divide Index</i> )
<b>DMA</b>	Distritos hidrométricos ( <i>district metered areas</i> )
<b>ECAF</b>	Pesquisa CAF
<b>EOD</b>	Pesquisa origem-destino
<b>EPA</b>	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos ( <i>United States Environmental Protection Agency</i> )
<b>ERNC</b>	Energia renovável não convencional
<b>GI Hub</b>	Global Infrastructure Hub
<b>GIS</b>	Sistema de informação geográfica ( <i>geographic information system</i> )
<b>GTFS</b>	Especificação Geral de Feed de Trânsito ( <i>general transit feed specification</i> )
<b>IDED</b>	Índice de desenvolvimento do ecossistema digital
<b>IMA</b>	Infraestrutura de Medição A
<b>INB</b>	Renda Nacional Bruta
<b>IoT</b>	Internet das Coisas
<b>ISP</b>	Provedor de Serviços de Internet ( <i>Internet service provider</i> )
<b>LAN</b>	Redes de área local ( <i>local area network</i> )
<b>LoRA</b>	Longo alcance ( <i>Long Range</i> )
<b>M2M</b>	Conexão entre dispositivos ( <i>machine-to-machine</i> )
<b>MaaS</b>	Mobilidade como serviço
<b>MO</b>	Mobilidade sob demanda
<b>OCDE</b>	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
<b>ODS</b>	Objetivos de desenvolvimento sustentável
<b>OMD</b>	Operador do mercado de distribuição
<b>OMU</b>	Observatório de Mobilidade Urbana
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>OSD</b>	Operador do sistema de distribuição
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto
<b>REI</b>	Rede elétrica inteligente
<b>RMBA</b>	Região Metropolitana de Buenos Aires
<b>RPI</b>	Inflação de preços do varejo ( <i>Retail Pricing Index</i> )
<b>RTT</b>	Tempo de ida e volta ( <i>round-trip time</i> )
<b>SAIDI</b>	Índice de duração média das interrupções do sistema

<b>SAIFI</b>	índice de frequência média de interrupções do sistema
<b>SCADA</b>	Controle de supervisão e aquisição de dados ( <i>supervisory control and data acquisition</i> )
<b>SIG</b>	Sistema de informação geográfica
<b>SITP</b>	Sistema Integrado de Transporte Público – Colômbia
<b>SUBE</b>	Sistema Único de Boleto Eletrônico – Argentina
<b>TIC</b>	Tecnologias da informação e comunicação
<b>UE</b>	União Europeia
<b>V2G</b>	Veículo para a rede ( <i>vehicle-to-grid</i> )
<b>VE</b>	Veículo Elétrico
<b>WEF</b>	Fórum Econômico Mundial

# 1



## Lacunas nos serviços de infraestrutura

### Evolução do conceito de lacunas em infraestrutura

#### O enfoque tradicional de lacuna de infraestrutura

Durante os últimos 15 anos, tem havido uma forte ênfase no conceito de lacuna de infraestrutura, estimada em função da necessidade de investimento em nível global ou em um país ou região determinada. Neste contexto, emergiram duas visões relacionadas sobre como aproximar as necessidades de investimento em infraestrutura: a lacuna vertical e a horizontal,

diferenciando-se uma da outra no valor de referência.

A lacuna vertical é definida com relação a fatores específicos do país ou região, identificando as diferenças que surgem entre a demanda interna por infraestrutura e sua oferta. Essa abordagem analisa se o estoque de infraestrutura existente é suficiente para atender a uma demanda crescente. A lacuna horizontal é definida em relação a fatores externos, por exemplo, a disponibilidade de determinada infraestrutura em comparação com outro país ou em relação a um objetivo que se tenta alcançar (Perrotti e Sánchez, 2011, pp. 31-34).

Nesse marco, foram produzidas várias estimativas das necessidades de investimento em infraestrutura para a América Latina e o Caribe (ALC). Fay e Morrison (2007) estimaram as necessidades de investimento em pelo menos 3% do PIB para alcançar a cobertura universal em serviços básicos, manter a infraestrutura existente e alcançar um crescimento moderado



do PIB, de 3% ao ano, para um período de 10 anos. Esse valor sobe para 4% -6% do PIB se o que se busca é que a ALC alcance valores de países desenvolvidos como a Coreia do Sul, em um período de 20 anos. Em nível global, os documentos de Dobbs *et al.* (2013) para o McKinsey Global Institute e o Global Infrastructure Hub (GI Hub, 2017) estimaram que seriam necessários entre US\$ 3,4 e US\$ 3,7 trilhões anuais em investimentos em infraestrutura para sustentar o crescimento esperado para as próximas décadas.<sup>1</sup> Adicionalmente, segundo GI Hub (2017), esses valores representam 19% acima da tendência de investimento de anos anteriores a nível mundial, e 47% no caso da América.

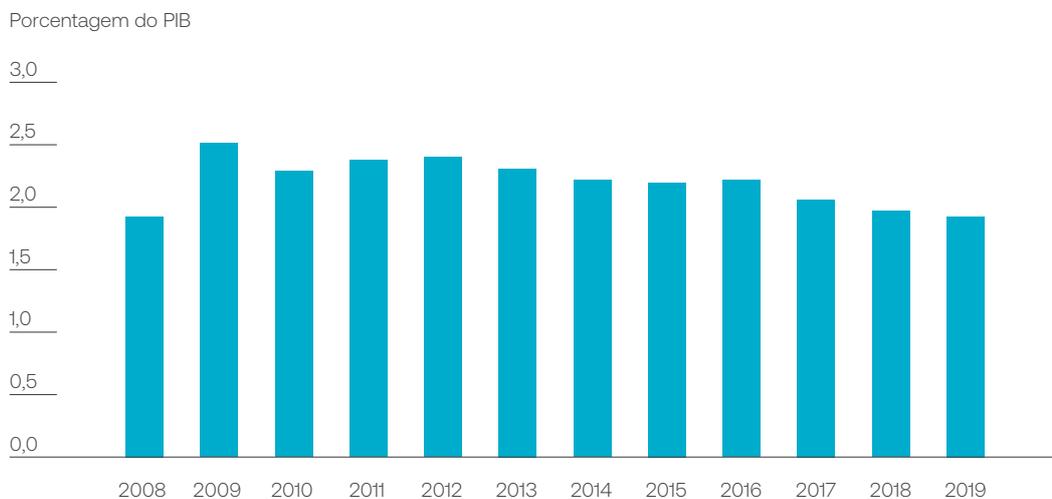
Em 2011, cumprindo com uma solicitação da Secretaria Geral Iberoamericana (SEGIB), o CAF elaborou um diagnóstico estratégico intitulado “A Infraestrutura para o Desenvolvimento Integral da América Latina” (IDEAL), apresentado na XXI Cúpula Iberoamericana de Chefes de Estado e de Governo, na cidade de Assunção, Paraguai. Este documento fez uma análise da situação da infraestrutura e propôs uma agenda estratégica para o seu desenvolvimento. Em particular, assinalava:

“(…) os investimentos em infraestrutura para recuperar lacunas e acompanhar o crescimento esperado, levando em conta um aumento anual do PIB de 5% ao ano (que reflete a aspiração de crescimento sustentado), serão da ordem de 4% a 5% do PIB regional, o que representa um valor de US\$ 200.000 milhões a 250.000 milhões por ano” (CAF, 2011, p. 82).

Em seu relatório de 2012, o Fórum Econômico Mundial (WEF, por sua sigla em inglês) passou a alertar sobre a necessidade de estabelecer prioridades e executar obras de infraestrutura de maneira eficaz e eficiente. Por sua vez, o Relatório IDEAL 2013 adaptou a abordagem à lacuna de infraestrutura ao considerar conjuntamente as necessidades de investimento e sua produtividade para alcançar o desenvolvimento econômico (CAF, 2013). A seção intitulada “Fazer mais com menos” estabelecia que a implementação de boas práticas em matéria de planejamento, seleção e desenho de projetos, execução de obras, gestão da demanda e manutenção de ativos possibilitariam otimizar o uso de recursos e reduzir as necessidades de investimento. Paralelamente, De Jong, Annema e Van Wee (2013) mostravam que, de fato, a forma como se organizava o processo de

### Gráfico 1 Investimento público em infraestrutura econômica na ALC (em porcentagem do PIB)

Fonte: Infralatam (2021)



Nota: Média simples do investimento (em porcentagem do PIB) de cada país.

<sup>1</sup> Um trilhão de US\$ equivale a um milhão de milhões de dólares. O termo em inglês é trillion.

planejamento e provisão de infraestrutura poderia ter implicações em três dimensões: o custo das obras, o tempo de execução dos trabalhos e a qualidade da infraestrutura construída (o que inclui o seu desempenho ao longo da vida útil). Dobbs *et al.* (2013) colocam números para esses fins. Um correto uso dos investimentos poderia gerar economia de US\$ 1 trilhão por ano devido a melhorias na produtividade da infraestrutura por meio de melhorias na seleção de projetos e otimização dos portfólios de infraestrutura (20% das economias), eficiências na execução de investimentos em infraestrutura —valores e prazos— (40%) e aproveitamento de ativos existentes (40%).

Mais recentemente, Izquierdo, Pessino e Vuletin (2018) apontam que, tendo em vista o panorama para os próximos anos, com cortes no financiamento para infraestrutura, os países serão obrigados a encontrar maneiras de fornecer esses serviços de forma mais eficiente. Os autores voltam a destacar a importância de escolher os projetos adequados e ser mais eficientes (cortando custos excessivos, evitando atrasos na construção e aproveitando ao máximo os ativos existentes). Por fim, Rozenberg e Fay (2019), com essa mesma ideia, buscam deslocar o foco do debate de “gastar mais” para “gastar melhor”. Além dos esforços realizados para identificar as necessidades de investimento por meio do estudo das lacunas a partir de diferentes abordagens, a ALC continua apresentando deficiências no desenvolvimento de sua infraestrutura. Uma inspeção do investimento público em infraestrutura econômica (energia, transportes, água e telecomunicações) nos permite concluir que em nível regional não houve variações significativas durante os últimos 10 anos e, mesmo somando os investimentos privados (não incluídos no Gráfico 1), os níveis têm ficado abaixo dos sugeridos por vários estudos. Como consequência desse menor investimento, a ALC ainda não possui uma infraestrutura compatível com seu nível de renda (Cerra *et al.*, 2016).

De fato, análises comparativas com outras regiões mostram um atraso crescente na ALC (GI Hub, 2017). Na perspectiva de Cavallo *et al.* (2016), nesta região não existem os instrumentos necessários para canalizar a poupança nacional para a infraestrutura, por isso que, mais além da promoção de investimentos, é necessário pensar em outras mudanças que facilitem o desenvolvimento desses setores. Por exemplo, o relatório apontou a necessidade de adequar o marco regulatório para gerar mecanismos que permitirão a eliminação de gargalos que impedem uma melhor identificação das necessidades, o

planejamento de novos investimentos e uma melhor gestão dos ativos existentes.

A última edição do IDEAL (2017/18) aborda essa discussão, destacando que:

“Nos últimos anos a análise de infraestrutura vem mudando. A ênfase nas necessidades de investimento (para cobrir a chamada lacuna de infraestrutura), e suas possíveis modalidades de financiamento, foi mudando em direção a um olhar mais amplo, alinhado com a perspectiva do desenvolvimento sustentável, revendo alguns dos critérios tradicionais”. (Barbero, 2019, p. 12)

Assim, aponta as limitações das estimativas agregadas das necessidades de investimento, que haviam surgido como magnitudes de investimento necessárias, e não como resultado da identificação de prioridades. Além disso, “a noção de lacuna e de indicadores gerais, como uma meta de investimento de 5% do PIB, não são tão úteis ou relevantes para definir o que fazer”. Claramente, a região deve:

“(…) investir mais em infraestrutura, mas é necessário garantir o foco em dois níveis: (i) que sejam feitos os investimentos adequados em função dos objetivos estabelecidos e (ii) que se invista e opere adequadamente a infraestrutura e os serviços, com transparência, com métodos de construção e operação atualizados, bem como com controles de qualidade e eficiência” (p. 96).

As definições de lacunas de infraestrutura tradicionais consideram uma abordagem puramente monetária (os trilhões de dólares em investimentos necessários para atingir um determinado objetivo). Além disso, os objetivos estabelecidos, em geral, buscam atender as necessidades da população em termos de cobertura de um serviço de infraestrutura, relegando outros aspectos relevantes da prestação do serviço (como custo e qualidade), e se baseiam em premissas de crescimento econômico que nem sempre se cumprem (por exemplo, crescimento de 3%). Por fim, o foco dessas definições está colocado no investimento, que é um dos instrumentos possíveis para reduzir a lacuna de serviço, mas não o único.

A abordagem proposta nesta edição do relatório IDEAL busca ampliar a análise das lacunas, iniciando pelos serviços de infraestrutura que os usuários recebem (em cobertura, qualidade e eficiência), para logo identificar seus déficits e abordá-los por meio de diferentes intervenções, entre as quais se destacam os investimentos,

mas também o fortalecimento institucional, regulamentações e políticas públicas. Essa iniciativa se soma às tendências recentes de prestar mais atenção aos serviços de infraestrutura (Fay, Andrés, Fox, Narloch, Straub e Slawson, 2017, e, mais recentemente, BID, 2020).

## Lacuna de serviços: uma abordagem de resultados

### Antecedentes

O estudo das características consideradas relevantes para a prestação do serviço em cada setor já vem aparecendo em diversos estudos e relatórios especializados. De fato, alguns documentos propõem uma aproximação à análise da lacuna de serviços com foco nos resultados desde uma perspectiva multidimensional.

Por exemplo, no setor de energia elétrica, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) incluem o acesso ao fornecimento de eletricidade de um modo financeiramente acessível, confiável, sustentável e moderno (ver Nações Unidas, 2015 e da AIE, 2017, p. 146); enquanto no Trilema Energético do Conselho Mundial de Energia, se identificam como dimensões relevantes garantir energia segura, financeiramente acessível e ambientalmente sustentável. Neelawela Selvanhathan e Wagner (2019) partem desta premissa para propor um índice global de segurança em eletricidade (*Global Electricity Security Index*) que mostra como as dimensões de cobertura e estabilidade do sistema, as tarifas, a rentabilidade dos operadores e qualidade de governança afetam a acessibilidade financeira e confiabilidade do fornecimento elétrico.

Na mesma linha, os ODS apontam para o acesso a sistemas de transporte seguros, econômicos, acessíveis e sustentáveis para todos, e para uma maior segurança viária (ampliando o transporte público), prestando atenção especial à população vulnerável (ver Nações Unidas, 2015). A Nova

Agenda Urbana (ONU-Habitat, 2011) identifica três pilares para conceituar as lacunas nos serviços de transporte urbano de passageiros: o pilar social (dado pelo acesso desigual à mobilidade por grupo de usuários e localização geográfica), o ambiental (que analisa o impacto desigual do transporte no meio ambiente e na saúde de uma mesma cidade) e o econômico (que consiste nas diferenças espaciais e na distribuição social dos benefícios de um transporte eficiente). Neste marco, a Estratégia CAF em Mobilidade Urbana de pessoas e mercadorias segue uma visão abrangente, com critérios de intervenções seguras, integradas, inclusivas e limpas (e também produtivas, no caso de mercadorias). Por exemplo, no transporte urbano de passageiros foram comparadas diferentes dimensões de desempenho dos sistemas, tanto na provisão de transporte público quanto no transporte privado e individual, por meio de indicadores de oferta, demanda, qualidade de serviço e sustentabilidade (ver, por exemplo, Scorcica, 2018, e Rivas, Suárez Alemán e Serebrisky, 2019a).

Esses avanços também estão presentes em dois setores não priorizados neste relatório: logística e água e saneamento. Na logística urbana de mercadorias, uma análise de lacunas de serviço requer uma abordagem abrangente e baseada em resultados que exceda as necessidades de infraestrutura local. A aproximação dessas lacunas é mais adequada ao nível das cadeias logísticas agrupadas pelas características dos produtos, o que dificulta uma comparação mais geral.<sup>2</sup> Segundo SPIM-Taryet (2019), a ausência de consensos sobre os indicadores de desempenho logístico deve-se à dificuldade de obtenção de informações primárias confiáveis e sistemáticas (devido a uma infinidade de fatores, à natureza privada e não regulamentada da atividade, diversidade de agentes ou escassa atenção que as autoridades prestam à logística urbana) e de associar as áreas de logística urbana com áreas administrativas.<sup>3</sup> Por outro lado, os serviços logísticos vão além do transporte e armazenamento de cargas, aplicando as mesmas considerações da logística urbana quanto à identificação de lacunas de serviço no nível das cadeias logísticas. Neste setor, têm proliferado índices que contemplam a oferta de

<sup>2</sup> O Banco Mundial (2009) identificou mais de 150 cadeias logísticas no entorno urbano. Em particular, recentemente, a cadeia logística de e-commerce tem adquirido relevância no contexto da pandemia causada pelo vírus COVID-19.

<sup>3</sup> A agenda de Logística Urbana Sustentável e Segura (LOGUS) propôs um conjunto de indicadores em três famílias (governança, desempenho e impacto), buscando aproximar as dimensões de eficiência, competitividade, impacto ambiental ou de congestionamento, e aspectos sociais das cidades, para logo identificar linhas estratégicas de ação em infraestruturas logísticas, institucionalidade, planificação e monitoramento, normativa e fiscalização, e políticas colaborativas e de inovação (SPIM-Taryet, 2019).

infraestrutura junto com outras dimensões,<sup>4</sup> como os componentes próprios da cadeia logística (pontualidade, custo e a rastreabilidade das cargas), regulatórios e institucionais (OECD, CAF e CEPAL, 2013).

No caso dos serviços de água e saneamento, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável destacam o acesso universal à água potável e saneamento, a um preço acessível, com padrões de qualidade (reduzindo a contaminação e as águas residuais sem tratamento). Esses objetivos estão incluídos na “Estratégia da Água” do CAF (2019), por exemplo, ao destacar a importância do acesso a esses serviços, bem como o cumprimento de padrões internacionais de qualidade para que esta seja apta e segura para o consumo humano, o alcance de eficiências e a redução da contaminação e a preservação dos ecossistemas. Também sustenta que “é necessário passar de uma abordagem de infraestrutura para uma abordagem de serviço” (p. 31).

O tema transversal deste Relatório IDEAL é a digitalização nos diferentes setores econômicos. A dinâmica das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) tem afetado o restante da economia e, em particular, os setores de infraestrutura. Essas tecnologias alteram os modelos de operação e de negócios dos setores, bem como produzem um aumento na concorrência e modificam a concepção dos serviços por parte dos usuários. O Observatório de Ecossistemas e Economia Digital do CAF realiza essa cobertura com uma abordagem abrangente, ou seja, considerando aspectos quantitativos e qualitativos dos serviços digitais (cobertura, qualidade, nível de competência, institucional e regulatório, entre outros).

Em suma, a abordagem da lacuna de serviços busca homogeneizar diferentes abordagens setoriais, destacando as do Conselho Mundial de Energia, os pilares ONU-Habitat e os ODS das Nações Unidas e é baseada na análise dos resultados no desempenho de serviços, admitindo a utilização de ferramentas diversas para a redução das lacunas identificadas mediante a oferta de medidas alternativas que vão além (e atuam, de certo modo, de forma complementar) dos investimentos, ao considerar a possibilidade de incorporar alterações ou adaptações regulatórias ou por políticas públicas.

## Dimensões da lacuna de serviços: acesso, custo e qualidade

Tendo como premissa que os serviços de infraestrutura têm como objetivo satisfazer as necessidades dos usuários (sejam eles usuários finais ou intermediários em cadeias de valor), os déficits —ou lacunas— na prestação desses serviços podem se manifestar de diferentes formas, relacionadas com diferentes dimensões de insatisfação.

No caso da energia elétrica, primeiro setor priorizado neste relatório, a literatura e a prática setorial permitem identificar quais os aspectos são relevantes para a prestação deste serviço.

Em primeiro lugar, o acesso ao serviço é definido a partir da conexão a uma rede elétrica. A meta de acesso pode fazer parte da política nacional —por exemplo, definida no marco regulatório do setor— ou pode ser enquadrada em objetivos mundiais. Por exemplo, os ODS estabelecem que “o acesso universal à energia é essencial”, estabelecendo assim uma meta de clara interpretação, embora não necessariamente fácil de alcançar, para a dimensão do acesso (ODS 7).

Em segundo lugar, o custo de fornecimento reflete a eficiência do setor em fornecer energia elétrica, considerando as diferentes etapas da produção (geração, transporte, distribuição e comercialização). Do ponto de vista do sistema, esse custo é determinado por diversos fatores (por exemplo, as tecnologias de geração, a sazonalidade da demanda, o grau de eficiência dos sistemas e o nível de perdas na transmissão e distribuição, entre outros). A tarifa paga pelos usuários finais também depende de outros elementos, como a política fiscal, social e/ou distributiva (impostos e subsídios, diretos ou cruzados), e determina a acessibilidade financeira do serviço (uma dimensão mais qualitativa, em particular, no que é considerado um preço moderado).

Em terceiro lugar, a dimensão qualidade visa identificar os aspectos que determinam um bom serviço. Um serviço elétrico de qualidade é aquele que proporciona aos seus clientes um serviço ininterrupto para a satisfação das diferentes necessidades (de consumo final ou como insumo numa atividade produtiva ou comercial). Do ponto de vista da demanda, a qualidade do serviço elétrico costuma ser caracterizada por

<sup>4</sup> Os indicadores mais populares são o Indilog do CAF, o índice de Desempenho Logístico do Banco Mundial e o índice de facilitação comercial e os pilares do índice de competitividade global do Fórum Econômico Mundial.

indicadores que aproximam a frequência e a intensidade das interrupções.

No caso do transporte urbano, o outro setor priorizado neste relatório, essa classificação apresenta algumas considerações particulares. Em primeiro lugar, partindo do pressuposto de que a mobilidade urbana é um fator determinante para a produtividade econômica das cidades, a qualidade de vida dos seus cidadãos e o acesso aos serviços básicos de saúde e educação, o acesso a serviços de transporte não é uma medida binária como no setor de energia elétrica, mas considera, por um lado, a disponibilidade (que exista o serviço), e por outro, a capacidade das pessoas de acederem a diferentes oportunidades de trabalho, educação, lazer, espaços verdes e saúde. Esta dimensão é habitualmente caracterizada mediante indicadores que refletem a facilidade/dificuldade que as pessoas têm para utilizar o serviço; por exemplo, os modos de transporte disponíveis, a distância ou o tempo de caminhada necessário para chegar a um modo de transporte público ou as oportunidades que oferecem (nos diferentes modos individuais ou como uma combinação dos mesmos) em um determinado intervalo de tempo desde um ponto de origem. Em particular, o sistema público de transporte coletivo em seus múltiplos formatos (como os sistemas de ônibus de trânsito rápido – conhecidos por sua sigla em inglês BRT – alimentadores, sistemas organizados em rotas, etc.) adquirem relevância pela sua distribuição capilar para atender às necessidades da população.

Em segundo lugar, a dimensão de custos pode ser aproximada com indicadores que reflitam o custo para o sistema (de transporte público) de mobilizar passageiros por meio de diferentes modos de transporte (públicos ou privados) e o custo para os usuários para se locomover utilizando diferentes meios de transporte. O primeiro componente desta dimensão dá uma noção global dos custos de uma política de mobilidade urbana. O segundo componente, aplicado ao transporte público, aponta para a acessibilidade financeira do serviço, que depende da decisão da política setorial quanto ao serviço oferecido e da carga econômica sobre o usuário final.<sup>5</sup>

Em terceiro lugar, a qualidade do serviço considera atributos não monetários da viagem para o usuário. Dado que o transporte por si mesmo não aporta valor econômico ao consumidor, mas sim que se recorre a este serviço para ter acesso a outras atividades, a qualidade percebida pelo usuário é maior quando as viagens são mais curtas (incluindo menor tempo de espera e/ou número de transbordos), e quando o serviço é confiável (em frequência e previsibilidade), confortável (por exemplo, dependendo da superlotação e limpeza das unidades) e seguro (tanto na dimensão viária como pessoal). A perspectiva de gênero adquire especial importância neste setor (em particular, no que diz respeito à segurança pessoal).

Essas dimensões da lacuna de serviços também podem ser aplicadas a outros setores. No caso do setor logístico, a nível nacional e internacional, ou dentro de áreas urbanas, o acesso centra-se na capacidade de utilização do serviço (ganhando relevância os corredores logísticos a nível nacional ou regional). A segunda dimensão se concentra no custo logístico dos produtos. Por fim, a dimensão da qualidade compreende a confiabilidade do serviço (por exemplo, previsibilidade de entrega em determinados tipos de produtos e rapidez de entrega em outros) e a possibilidade de aceder a um serviço personalizado de acordo com as necessidades do requerente, entre outros fatores. No caso do setor de água e saneamento, as dimensões podem ser analisadas como a disponibilidade de água potável nas proximidades e de sistemas seguros de gestão de excrementos (acesso), o custo da prestação do serviço — distinguindo entre operacional (de manutenção, reabilitação, reparo e/ou renovação) e de capital— versus tarifas pagas pelos usuários (que, como em outros setores, depende da decisão da política do setor em relação ao serviço oferecido e a carga sobre o usuário final), e a qualidade/contaminação da água, a continuidade do serviço e pressão da água (qualidade do serviço). A tabela a seguir apresenta um resumo (não exaustivo) dos determinantes das dimensões das lacunas nos setores priorizados, bem como nos demais setores referenciados ao longo do relatório.

<sup>5</sup> A sustentabilidade financeira do serviço é o resultado de uma decisão de política local que equilibra eficiência, equidade, a situação particular das finanças públicas e as externalidades que se buscam resolver com o transporte público (ver discussão conceitual Estupiñán, Gómez Lobo, Muñoz Raskin e Serebrisky, 2007). Como resultado da consideração dessas forças, o serviço pode ser autossustentável (por exemplo, Medellín e Cali em 2014), com financiamento misto (como é a maioria dos casos na região) ou gratuito (por exemplo, o transporte público de Luxemburgo em 2020).

Com a situação derivada da pandemia provocada pela COVID-19, o assunto ganha notoriedade pública. Um primeiro desafio é o transporte de pessoas sujeitas a restrições de mobilidade (de acordo com as autorizações ou proibições aplicáveis) e ao distanciamento social. Um segundo desafio está relacionado com as fontes de financiamento do serviço, num contexto de fragilidade das finanças públicas. Veja a discussão no Capítulo III.

**Tabela 1**  
**Determinantes das dimensões da lacuna de serviço nos setores selecionados.**

Fonte: Elaboração própria.

Setor	Acesso	Custo	Qualidade
Energia elétrica	Cobertura da rede elétrica	Custo médio / marginal de prestação de serviço, tarifas (acessibilidade financeira)	Confiabilidade do sistema (número e duração das interrupções em nível de distribuição)
Transporte urbano	Cobertura do serviço	Custo médio de prestação do serviço, tarifas (acessibilidade financeira)	Tempo de viagem (total, espera, transbordos), frequências, conforto, confiabilidade, segurança
Logística nacional e internacional	Acesso aos serviços logísticos	Custo para o usuário	Confiabilidade e personalização do serviço
Logística urbana	Acesso aos serviços logísticos urbanos	Custo para o usuário	Tempo/velocidade média dos corredores de carga
Água e saneamento	Disponibilidade de água potável (e água gerenciada com segurança) nas proximidades e de sistemas seguros de gestão de excrementos	Custo médio de prestação do serviço, tarifas (acessibilidade financeira)	Continuidade, contaminação, pressão
TICs	Conexão à rede (medida, geralmente, por meio de cobertura) e disponibilidade de equipamentos próprios ou nas proximidades	Custo médio/marginal de prestação do serviço, tarifas (acessibilidade financeira)	Velocidade de conexão, disponibilidade de rede, interrupções, latência

As três dimensões selecionadas para a aproximação da lacuna de serviços podem estar mais ou menos relacionadas, e é de se esperar que para satisfazê-las se produzam conflitos que requeiram compromissos (*trade offs*). Por exemplo, os ODS fazem referência a “garantir o acesso universal a serviços de energia financeiramente acessíveis, confiáveis e modernos”, no máximo até 2030. Assim, prestar um serviço de alta qualidade ou moderno é naturalmente caro, podendo ser acessível a um percentual do universo de usuários. O papel da política setorial é equilibrá-los (por exemplo, subsidiando o acesso a um percentual da população). No setor elétrico, a redução das perdas não técnicas na distribuição de energia permite reduzir o custo total do sistema, mas poderia afetar negativamente a dimensão do acesso na ausência de medidas compensatórias.

Por outro lado, a consideração de um marco conceitual transversal aos diferentes setores de infraestrutura que se concentre nessas três dimensões possivelmente exclua algumas dimensões relevantes em uma análise focada em um determinado setor. No entanto, esta caracterização da lacuna de serviços em três dimensões é útil para conhecer como é a utilização e o desempenho do serviço prestado.

Além disso, permite identificar deficiências na sua prestação e também oportunidades de melhorias, com flexibilidade suficiente para incluir aspectos específicos dos setores. Portanto, a lacuna de serviços não se define como uma necessidade de investimento em infraestrutura, mas sim de uma melhoria na prestação do serviço nas dimensões relevantes, a qual se pode levar adiante por meio de investimentos, políticas públicas ou por adaptações às mudanças tecnológicas ou regulatórias. Certamente, os investimentos seguem sendo o meio para acompanhar cenários de desenvolvimento ou aproximar-se de objetivos de desenvolvimento, em prazos de 20 a 30 anos, mas são um dos vários instrumentos existentes para solucionar deficiências nos serviços ou para adaptar setores a cenários de mudança (por exemplo, tecnológico).

O padrão de comparação selecionado dá origem a diferentes aproximações da lacuna de serviços: absolutas ou relativas. Por exemplo, se uma norma, regulamento, plano ou objetivo define uma meta de cobertura de 100%, a lacuna absoluta será a diferença entre essa meta e o acesso real. Em vez disso, a referência de comparação pode ser relativa ao estado de situação de um grupo ou categoria de usuários selecionados apropriadamente —o que permite



## A caracterização da lacuna de serviços em três dimensões (acesso, custo e qualidade) é útil para identificar deficiências em sua prestação e oportunidades para melhorias.



mais flexibilidade e riqueza na comparação— dentro de um mesmo país, ou em nível regional/ internacional, nível de renda ou gênero (relevante no transporte urbano de passageiros), o grau de adoção de avanços tecnológicos (como pode acontecer no setor elétrico nas TICs), ou em outras variáveis que sejam de interesse. Esse tipo de comparação será importante na discussão do surgimento de novas tecnologias ou medidas de política, que podem ter um impacto diferencial entre os usuários.

Finalmente, uma vantagem dessa abordagem é que ela admite que a lacuna de serviços pode ser evolutiva. Tendo em conta as mudanças (tecnológicas ou de qualquer outro fator) que ocorrem em cada setor, as necessidades dos usuários podem mudar e, junto com elas, a forma de prestação do serviço e as dimensões relevantes a considerar deveriam se adaptar.

## Diagnóstico de lacunas de serviços na ALC

Tomando como referência as definições introduzidas na seção anterior, a seguir avança-se na apresentação e análise de indicadores que permitem diagnosticar as lacunas de serviços nos diferentes países da região, focalizando esta análise nos setores priorizados: energia elétrica e transporte urbano de pessoas.

### Energia elétrica

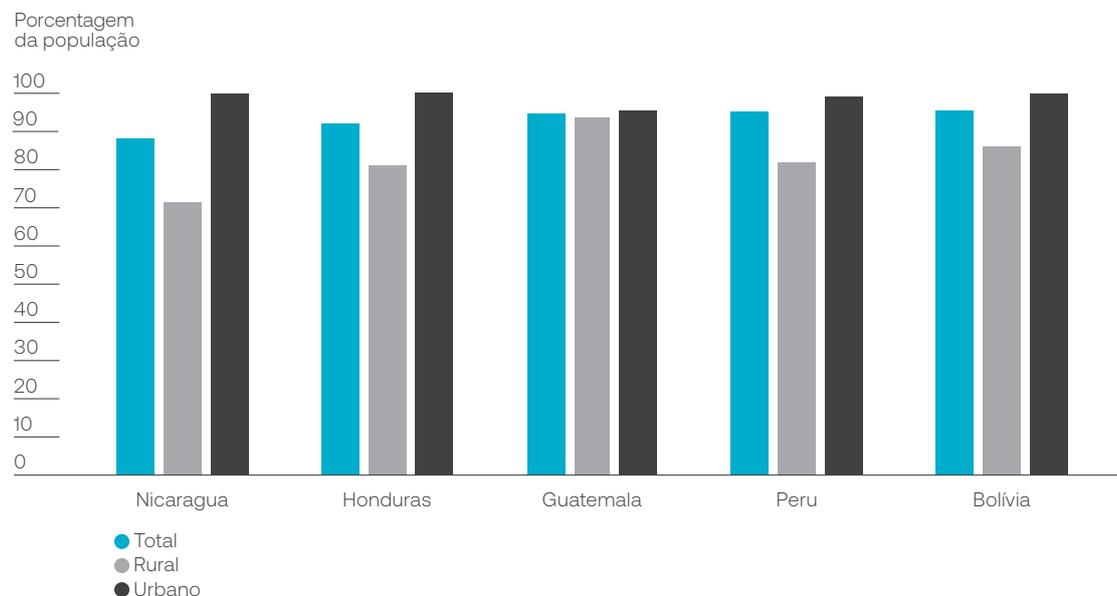
Na ALC, o setor elétrico se caracteriza por um alto nível de cobertura. Em termos gerais, o percentual da população que tem acesso ao serviço de eletricidade na região aumentou de 95,9% em 2010 para 98,3% em 2018. Embora não seja um desafio prioritário na região, ao revisar a situação individual de cada país, podem ser observadas disparidades entre países e entre áreas atendidas.

Tomando como referência o ano mais recente com informação detalhada por país (2018), o acesso ao serviço era superior a 99% em muitos países da ALC. Os países que mostram um atraso nesta dimensão estão ilustrados no gráfico 2: Nicarágua (88,1% da população total), Honduras (91,9%), Guatemala (94,7%), Peru (95,2%) e Bolívia (95,6%). A lacuna de acesso é maior na população rural. Por exemplo, no Peru, o acesso rural à eletricidade se situava em 81,8% e na Bolívia alcança 86%, enquanto nas áreas urbanas de ambos países superava os 99%.

A situação de alguns países melhorou significativamente na última década. Se tomarmos como referência o nível desses indicadores para 2010, os maiores aumentos na cobertura urbana ocorreram no Peru (de 98,1% para 99%), enquanto na cobertura rural foram registrados aumentos neste mesmo país de 55,6% para 81,8%, seguido de Colômbia (de 86,2% para 99,7%) e Argentina (de 89,8% para 100%).

**Gráfico 2****Acesso à eletricidade total, rural e urbana, em países com déficit de cobertura, 2018**

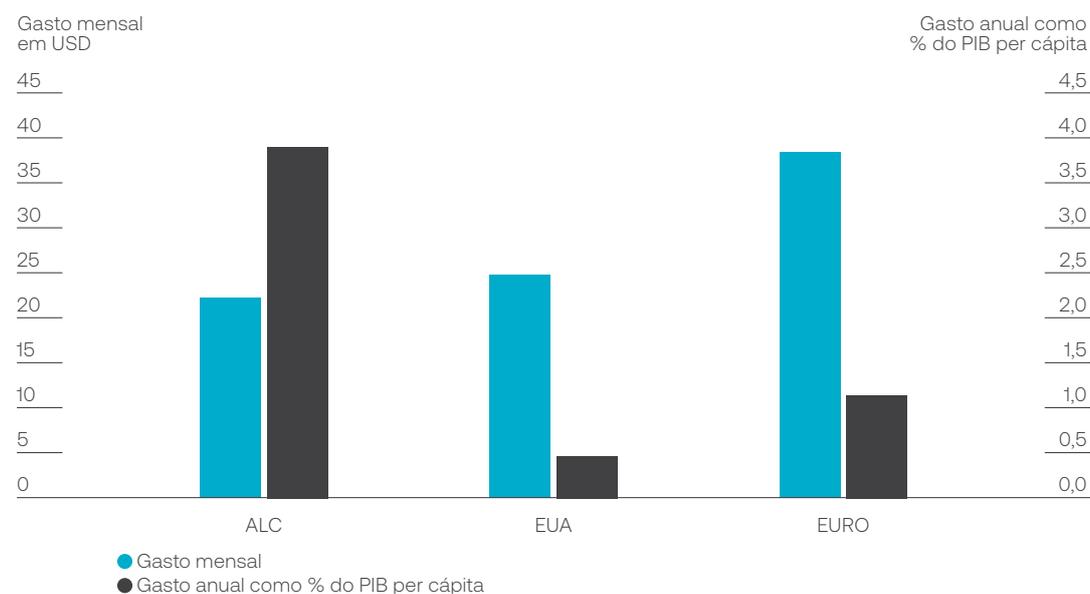
Fonte: Banco Mundial 2020.



Nota: Foram selecionados países com acesso inferior a 99 %.

**Gráfico 3****Tarifas elétricas residenciais por regiões: gasto em USD para um consumo mensal de 200 kWh e gasto anual como porcentagem do PIB per capita, 2018**

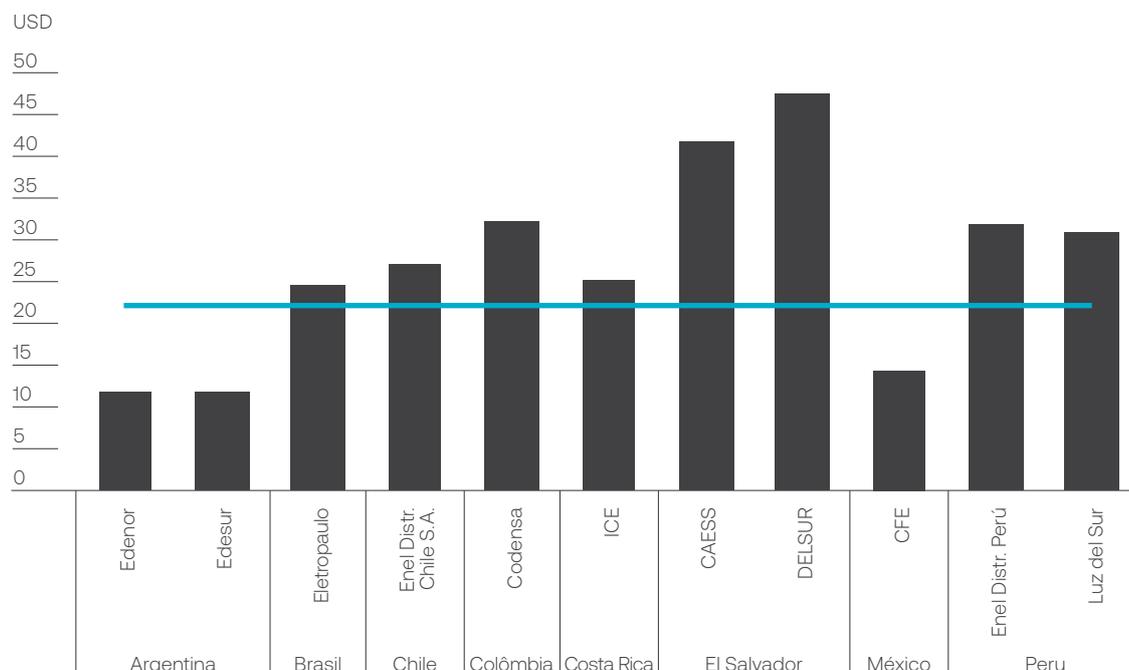
Fonte: GPR Economia (2020).



Notas: os dados para ALC correspondem a dezembro de 2018 e incluem Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, El Salvador, México e Peru. Os dados de Europa correspondem ao segundo semestre de 2018. Os dados para Estados Unidos são o preço médio residencial para fevereiro de 2019.

**Gráfico 4**  
**Tarifas elétricas residenciais por países, para um consumo mensal de 200 kWh,**  
**dezembro de 2018**

Fonte: GPR Economia (2020).



Notas: os valores correspondem às tarifas base, sem impostos. O cálculo para Colômbia tem como base o consumo de clientes do Extrato 4 da população (sem subsídios). O cálculo para México utiliza a Tarifa 1 (tradicional para uso doméstico com consumo baixo ou médio). Em alguns países pode existir uma tarifa social explícita.

A acessibilidade financeira ao serviço é um fator elementar para que a população possa utilizá-lo. Como indicador indireto para analisar essa dimensão pode-se utilizar as tarifas residenciais para um nível de consumo (o Gráfico 3 faz a comparação para um consumo de 200kWh/mês).

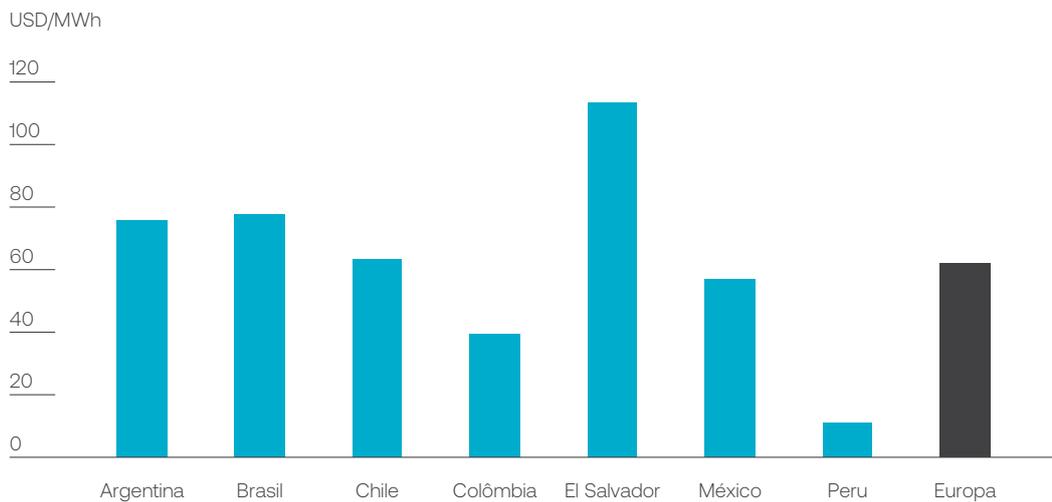
Em termos nominais, as tarifas na região são semelhantes às dos Estados Unidos e estão bem abaixo dos níveis europeus. As razões podem ser várias, destacando-se a influência da matriz energética (participação da energia hidráulica, que reduz os custos de geração) e das políticas de subsídios (que afetam os níveis e estruturas dos esquemas tarifários). No entanto, na comparação das tarifas em termos de PIB per capita, a situação é diferente: na ALC esse valor é de 3,9%, mais de 3 pontos percentuais acima dos Estados Unidos (0,5%) e três vezes mais do que na Europa (1,16%).

A situação individual de diferentes países é ilustrada no Gráfico 4, onde se observam situações distintas, com casos que excedem os US\$ 30 (Colômbia e Peru) e outros com níveis abaixo dos US\$ 15 (Argentina e México).

As tarifas finais (para todos os tipos de usuários) estão compostas pelos custos das várias etapas do sistema (geração, transporte, distribuição e comercialização), aos quais geralmente são acrescidos impostos ou subsídios. Os custos de geração normalmente representam uma proporção significativa da tarifa. Desta forma, a comparação dos custos médios de geração permite estabelecer uma lacuna relativa na dimensão dos custos do sistema entre os diferentes países, ou seja, o quanto caro é produzir um MWh nos diferentes sistemas nacionais. O Gráfico 5 apresenta a comparação dos preços da energia para entrega imediata (preços spot) nos países da ALC e na Europa (média regional) para 2018, destacando os níveis da Colômbia e Peru, de

**Gráfico 5**  
Preços da energia elétrica para entrega imediata  
nos países selecionados, 2018

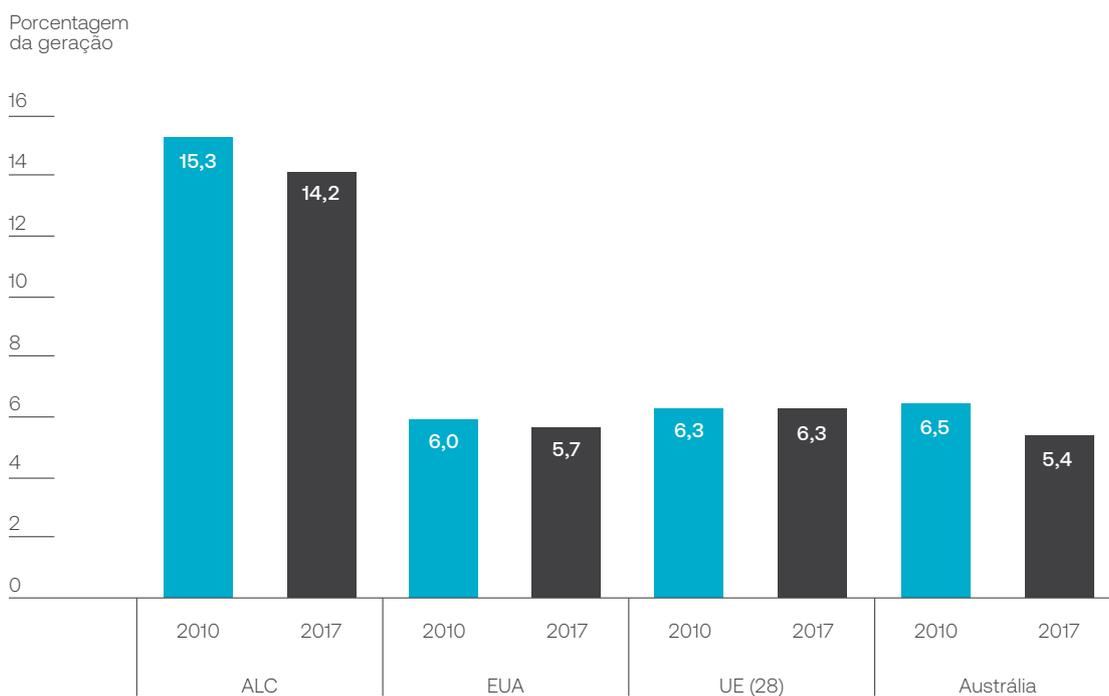
Fonte: GPR Economia (2020)



Notas: o valor do México corresponde a dezembro de 2018.

**Gráfico 6**  
Perdas totais em eletricidade em diferentes regiões  
e países do mundo, 2010 e 2017

Fonte: AIE (2019a).



## A cobertura em eletricidade é praticamente universal, exceto em áreas rurais e em poucos países. A tarifa residencial é elevada em termos de renda per capita.



um lado, e os custos da Argentina e do Brasil, do outro (na América Central os níveis podem ultrapassar US\$ 100 por MWh).<sup>6</sup>

As perdas totais do sistema elétrico costumam ser uma medida relevante para analisar a eficiência do setor e os custos de fornecimento de energia elétrica em um determinado sistema. Além disso, as perdas de distribuição não técnicas podem ter uma interpretação de política social (Ver seção “Políticas Sociais” do Capítulo 4). O Gráfico 6 mostra as perdas totais de eletricidade para a ALC, Estados Unidos, Europa e a Austrália nos anos de 2010 e 2017. As perdas na ALC superam amplamente as das regiões e países restantes. Grande parte desta diferença deve-se a perdas não técnicas, que podem assumir as seguintes formas: consumo ilegal (furto), alteração na medição (fraude), eletricidade não contabilizada (em geral, para iluminação de espaços públicos ou para fornecimento de eletricidade para usuários “não medidos”),<sup>7</sup> ou a erros na gestão administrativa, contábil ou de gestão de clientes.

Por sua vez, o Gráfico 7 mostra a disparidade nas perdas totais em países selecionados da região. Alguns deles registram perdas a um nível comparável ao de países desenvolvidos, como é o caso do Chile e Colômbia (neste caso, nota-se uma melhora significativa em 2017 em relação a 2010), e outros que quase que os triplicam, como Brasil e Argentina. A variação das perdas tem sido muito desigual entre 2010 e 2017, com países que obtiveram fortes melhorias, como Chile, Colômbia e México (com reduções de 2,9, 8,4 e 2,4 pontos, respectivamente), e países com pior desempenho, como Argentina e El Salvador (com aumentos de 2,4 e 2 pontos, respectivamente).

Por último, os indicadores usualmente utilizados para aproximar a qualidade do serviço elétrico são o índice de duração média de interrupção do sistema (SAIDI, por sua sigla em inglês) e o índice de frequência média de interrupção do sistema (SAIFI, por sua sigla em inglês). O Gráfico 8 apresenta esses índices para um grupo de países da ALC e os compara com os dos EUA e da Europa. É preciso esclarecer que a comparação desses índices é complexa, pois a metodologia de medição não é a mesma nas diferentes regiões. No entanto, destaca-se que

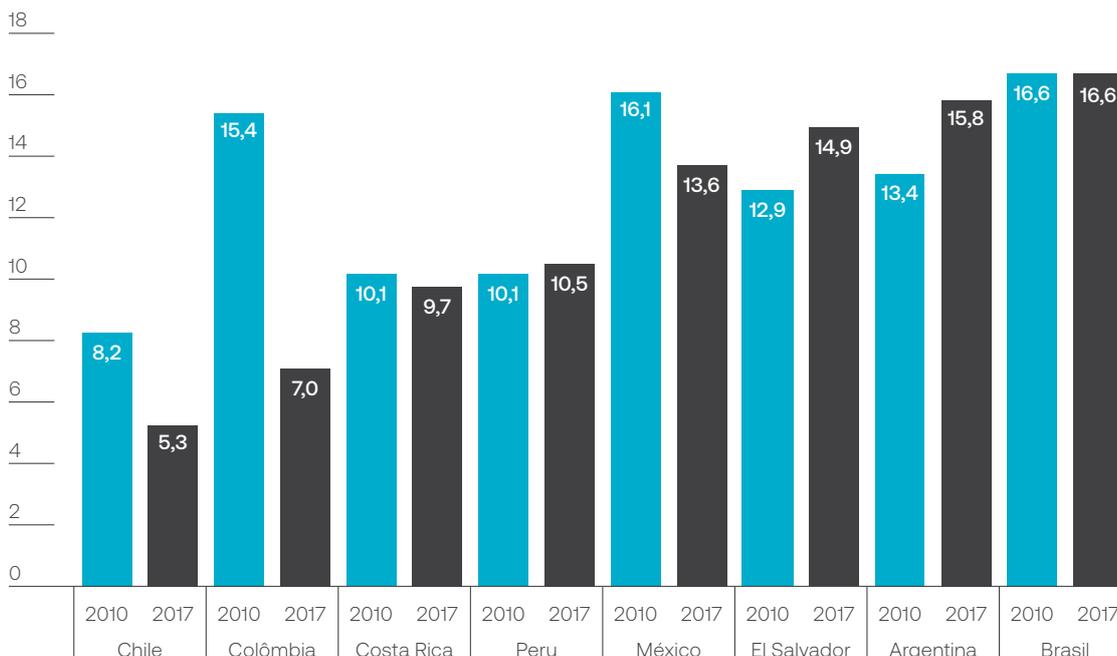
<sup>6</sup> Esta informação se apresenta de modo ilustrativo, e qualquer comparação deve ser feita com cuidado, segundo o objetivo buscado. Realizar uma comparação homogênea é muito complexo, e deve levar em conta que tanto os recursos energéticos de cada país (ativos físicos, a composição da matriz energética), como sua política energética (em particular, se subsidia o setor), determinam os preços de geração.

<sup>7</sup> Por exemplo, em Córdoba, Argentina, a distribuidora EPEC distingue duas categorias de Tarifa Social Provincial, uma para consumo medido e outra pelo serviço sem medição (nesse caso a tarifa é um valor equivalente a 200 kWh mensais).

### Gráfico 7 Perdas totais em eletricidade em países da ALC, 2010 e 2017

Fonte: AIE (2019a).

Porcentagem  
da produção



a qualidade do serviço está longe dos padrões dos países avançados. As implicações dessas interrupções na economia e na produtividade podem ser significativas quando as interrupções são de grande magnitude e duração. Cortes nas cidades afetam o transporte eletrificado de passageiros, o trânsito, quando os sistemas de sinalização são afetados, o abastecimento de água potável, o funcionamento de elevadores, a atividade comercial e industrial, juntamente com os serviços de logística urbana (especialmente aqueles dependentes de rede de frio), os sistemas de refrigeração e aquecimento (quando estes dependem de eletricidade), etc.<sup>8</sup>

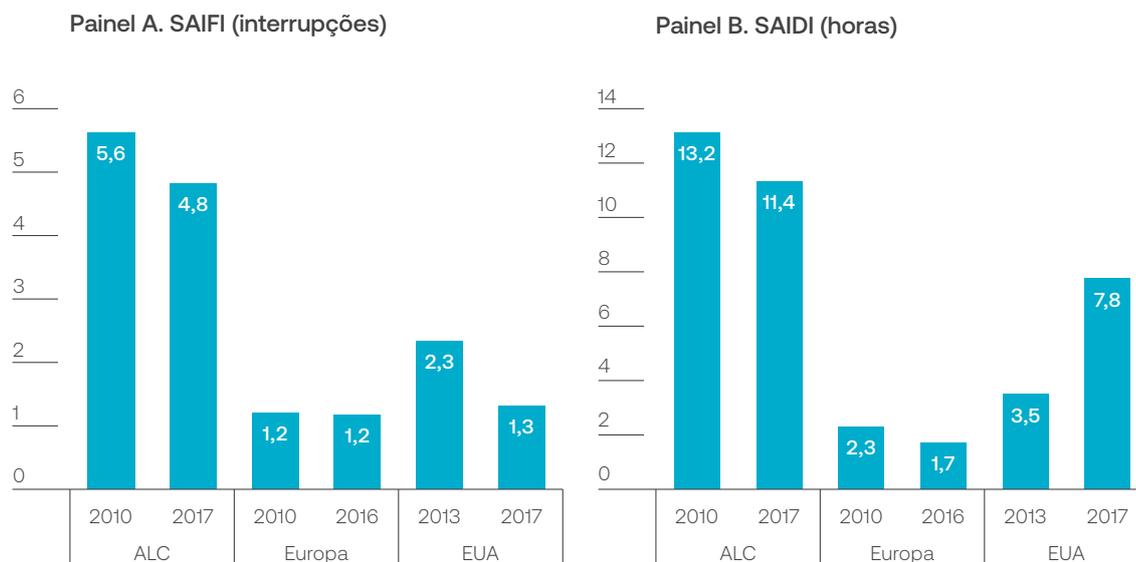
Esta mesma análise pode ser feita de forma individual para países selecionados da ALC. Os gráficos 9 e 10 refletem a evolução dos indicadores SAIFI e SAIDI das principais distribuidoras dos países da ALC no período 2010-2018.

Uma primeira observação é a diferença nos indicadores da região, que estão bem acima dos correspondentes na Europa e EUA (embora este último país tenha apresentado um forte aumento na duração dos cortes entre 2013 e 2017). Em segundo lugar, dentro da região as histórias individuais desses índices são muito variadas. O México é o país com melhor desempenho em termos de SAIDI e SAIFI (os dados excluem a empresa CFE Transmisión). Desde 2015,

<sup>8</sup> Em fevereiro de 1999 houve um incidente na área atendida pela Edesur (metade sul da Área Metropolitana de Buenos Aires, Argentina) que deixou sem eletricidade mais de 150 mil usuários residenciais (entre 300.000 e 500.000 pessoas) e comerciais por mais de 10 dias. Este apagão afetou as condições de vida dos usuários (ocorreu em um mês de verão) e causou grandes perdas econômicas, estimadas em USD 400 milhões nos usuários particulares e USD 750 milhões no setor comercial, com uma multa de USD 70 milhões para a distribuidora. A valorização econômica destes incidentes é comum em outros países (por exemplo, os causados por eventos naturais, como furacões, terremotos ou tsunamis).

**Gráfico 8**  
**Indicadores de qualidade (SAIFI e SAIDI) na ALC, EUA e Europa,**  
**anos selecionados**

Fonte: GPR Economia (2020).



Notas: Para ALC, se toma como referência os SAIDI (duração média de interrupção do sistema) e SAIFI (frequência média de interrupção do sistema) das principais distribuidoras de cada país, exceto no caso do SAIDI do Chile (dado nacional). Para Europa, se consideram o SAIDI e SAIFI planejado e não planejado (incluindo eventos excepcionais). Para os Estados Unidos, se tomam SAIDI e SAIFI incluindo eventos de força maior.

este país tem menos de 1 interrupção por ano, cuja duração é inferior a 30 minutos. Entre os países com pior desempenho se encontram a Colômbia, com um máximo de 12 interrupções em 2014 e atualmente de 9, ainda que com valores SAIDI próximos da média dos países comparados; e a Argentina, com uma interrupção a cada 1,6 meses e duração média de mais de 25 horas (ainda que com tendência de melhora nos últimos anos da amostra).

Em resumo, a situação atual dos países não está longe de atingir a cobertura total, com exceção do acesso rural em alguns países (por exemplo, Peru). As tarifas do setor são baixas em termos nominais, devido, em parte, ao fato de possuírem fontes de geração mais

baratas,<sup>9</sup> embora as empresas não sejam eficientes (as perdas de energia elétrica são o dobro dos valores de outras regiões), mas são elevadas em termos de renda per capita, em comparação com outras regiões (EUA e Europa), enquanto a qualidade do serviço está longe dos padrões dos países avançados, com índices de interrupções (em frequência e duração) que triplicam os valores de Europa e são o dobro dos EUA.

<sup>9</sup> Dependendo do país (ou região do país) e do momento, as tarifas podem incorporar um componente de subsídio. Por exemplo, a Argentina manteve um subsídio explícito na tarifa de energia elétrica para a Área Metropolitana de Buenos Aires até o ano de 2015, e no preço da energia no atacado, incorporado na tarifa para os usuários no resto do país. Entre os anos 2016 e 2018 esses subsídios foram reduzidos fortemente (ainda que não tenham sido eliminados) e foram substituídos por esquemas de tarifa social. Outras formas de subsídio estão contidas nas primeiras unidades de consumo dentro de tarifas em blocos crescentes (que fixam preços baixos nas primeiras unidades de consumo, como, por exemplo, na cidade argentina Córdoba, Argentina, e no Brasil, México ou Uruguai) ou tarifas por estratos (Colômbia).



## Informalidade no setor de Energia Elétrica

A informalidade no setor de energia elétrica se manifesta de duas formas: (i) os usuários sem uma conexão formal à rede (chamadas de conexões ilegais ou informais) se apropriam ilegalmente da energia ou (ii) os usuários modificam os equipamentos de medição para registrar níveis de consumo de eletricidade inferiores aos reais. Esses atos ilícitos são um dos motivos para perdas não técnicas. Tendo em vista os indicadores apresentados no Gráfico 6 e 7, na ALC as perdas são um problema sério de eficiência. O percentual de conexões clandestinas em países da região pode ser estimado a partir da pesquisa de domicílios feita por CAF (ECAAF)<sup>10</sup> em 2019. O Gráfico 11 mostra que as ligações clandestinas nos países pesquisados não ultrapassam 6% (deve-se considerar que a pesquisa é realizada apenas nas principais cidades de cada país).

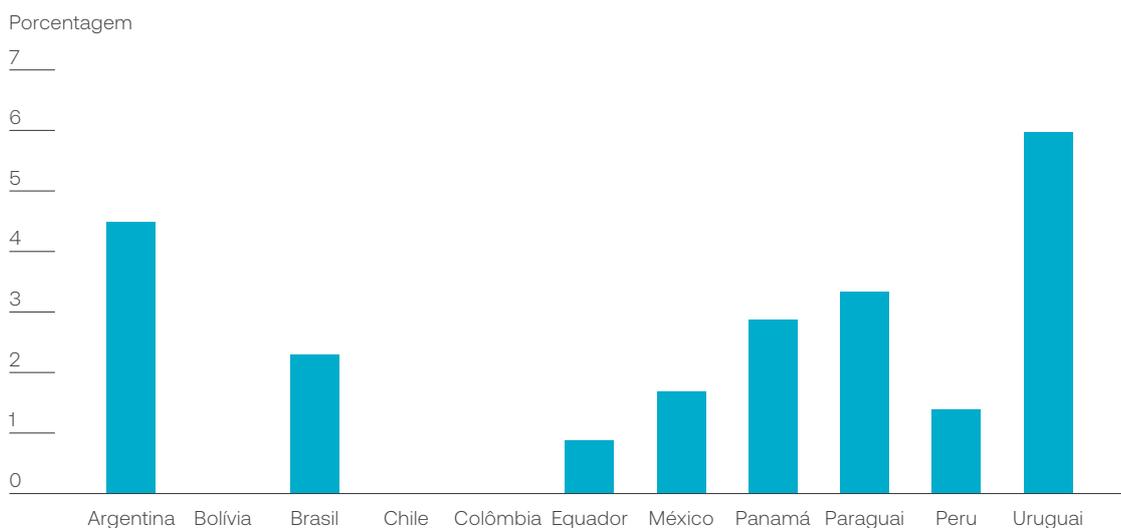
A informalidade no setor costuma ser o resultado de vários fatores combinados, que nem sempre dependem diretamente da gestão da

companhia elétrica. Um dos fatores pode ser decorrente do aumento de preços ou da baixa renda da população. Também é possível que a informalidade (furto de energia elétrica ou fraude) seja uma resposta à percepção de um serviço de baixa qualidade ou um monitoramento deficiente por parte das empresas. Por outro lado, outra explicação é a baixa propensão a pagar por serviços públicos nesses contextos socioculturais ou a impossibilidade de conexão por falta de títulos de propriedade (Jiménez, Serebrisky e Mercado, 2014).

O último desses fatores é muito comum na ALC devido ao aumento da população e a expansão não planejada das cidades. Parte deste crescimento urbano se deu mediante a ocupação informal de terras em áreas periurbanas, favorecendo a existência de bairros populares ou assentamentos precários. Estas casas costumam estar conectadas de forma clandestina à rede elétrica. Portanto, querer resolver o problema da informalidade na eletricidade implica ter que caracterizar a população-alvo a fim de enfrentar o problema sem gerar efeitos redistributivos regressivos.

**Gráfico 11**  
**Porcentagem da população que possui eletricidade mediante uma conexão informal à rede pública nas principais cidades de cada país, 2019.**

Fonte: Elaboração própria com base em dados de ECAAF 2019.



<sup>10</sup> ECAAF é uma pesquisa com indivíduos, em domicílios, que a CAF realiza anualmente desde 2008 em um grupo de cidades na América Latina para coletar informações socioeconômicas dos entrevistados e um conjunto de características no nível da família e da moradia. O questionário inclui perguntas sobre acesso, qualidade e gastos com serviços de transporte urbano, segurança, coleta de lixo, água, saneamento, energia elétrica, tipo e qualidade de moradia e medidas de satisfação com a vida, moradia e segurança.

## Transporte urbano de passageiros

As pessoas utilizam o transporte urbano para ter acesso a direitos básicos (educação, trabalho, saúde e cuidados, entre outros), a múltiplas atividades e a outros serviços, tornando-se uma prestação fundamental no dia a dia da população. Diante deste papel, o desafio para as autoridades urbanas é planejar a mobilidade de tal forma que a população possa se locomover com rapidez e segurança dentro de uma estrutura de transporte abrangente, que deve equilibrar acessibilidade, eficiência, qualidade, segurança (viária e pessoal) e impacto ambiental.

Os diferentes modos de transporte podem alcançar estas características desejadas de forma diferenciada. Por exemplo, um meio de transporte privado (veículo próprio) oferece ao usuário amplo acesso e permite a locomoção de forma confortável e segura, mas é uma alternativa cara que, por sua vez, tem efeitos ambientais e de congestionamento. O transporte público de massa, por sua vez, apresenta desafios relacionados com minimizar o tempo de deslocamento, ofertar maior acesso aos serviços, ser eficiente nos custos de fornecimento, e brindar uma prestação confortável e seguro, entre outros.

O serviço de transporte responde às necessidades de mobilidade da população, que são determinadas pelas características

**Tabela 2**  
**Segmentação das cidades estudadas**

Fonte: Elaboração própria com base em dados de Nações Unidas (2018b), Steer (2020), CAF (2015) e ECAF 2019

Categoria	Cidade	População (2020)	EOD	ECAF	OMU
Muito Grandes	São Paulo, Brasil	22.043.028	✓	✓	✓
	Cidade do México, México	21.782.378	✓	✓	✓
	Buenos Aires, Argentina	15.153.729	✓	✓	✓
	Bogotá, Colômbia	10.978.360	✓	✓	✓
	Lima, Peru	10.719.188		✓	✓
	Santiago, Chile	6.767.223	✓	✓	✓
Grandes	Recife, Brasil	4.127.092			✓
	Medelín, Colômbia	4.000.263			✓
	Assunção, Paraguai	3.336.562		✓	✓
	Cali, Colômbia	2.781.980	✓		✓
	Quito, Equador	1.873.763		✓	✓
	Ciudad de Panamá, Panamá	1.860.291		✓	✓
	La Paz, Bolívia	1.857.797		✓	
	Montevideo, Uruguai	1.752.388		✓	✓
	Rosario, Argentina	1.532.128	✓		✓
	Valparaíso, Chile	983.751	✓		✓
Pequenas / medianas	Temuco, Chile	341.951	✓		
	David, Panamá	206.658	✓		

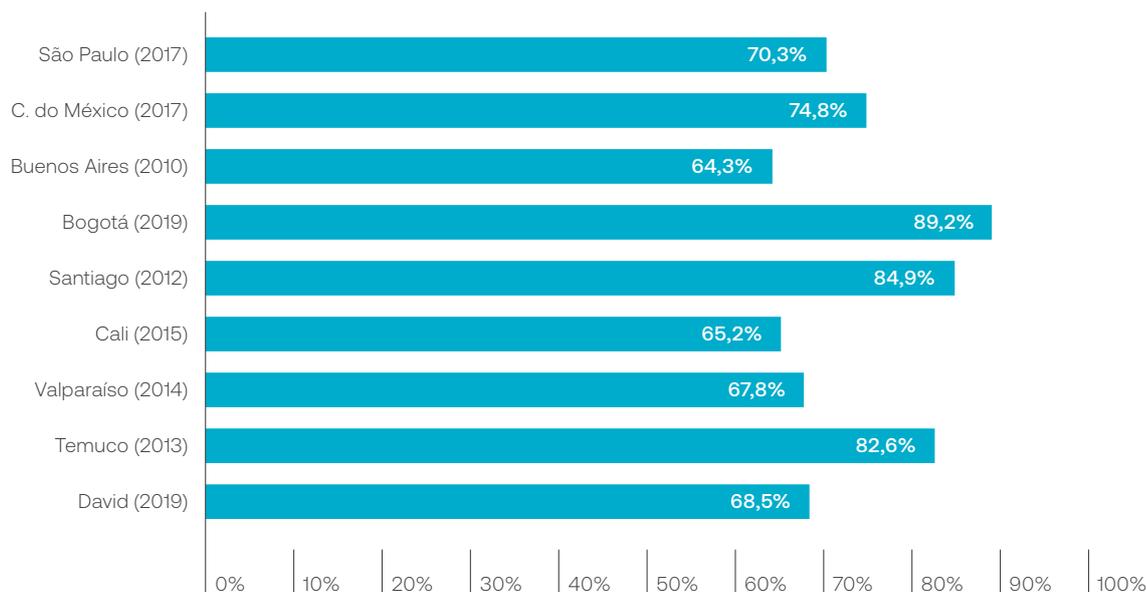
das cidades.<sup>11</sup> A Tabela 2 apresenta uma amostra de cidades agrupadas, de acordo com sua população, em muito grandes, grandes e pequenas/médias. Nos estudos setoriais, a caracterização costuma ser mais ampla, considerando dimensões adicionais como relevo, extensão em quilômetros quadrados, entre outras.<sup>12</sup>

Um primeiro indicador para caracterizar lacunas de serviço é a porcentagem da população que realiza viagens (Gráfico 12). Este indicador capta somente aqueles que efetivamente viajam, mas

não permite distinguir os motivos pelos quais o resto da população não viaja (por exemplo, entre quem tem a capacidade de fazê-lo e quem não). Não se detecta uma relação entre esta porcentagem e o tamanho da cidade, havendo, por exemplo, cidades muito grandes com uma menor proporção da população que viaja (Buenos Aires), e outras com maior proporção da população que viaja (Bogotá). O mesmo acontece com cidades de pequeno/médio porte (como Temuco e Valparaíso).<sup>13</sup>

**Gráfico 12**  
**Porcentagem da população que realiza viagens**

Fonte: Steer (2020).



Notas: O ano corresponde ao ano de realização das respectivas EOD. As cidades estão ordenadas de maior a menor tamanho de população, segundo dados da Tabela 2.

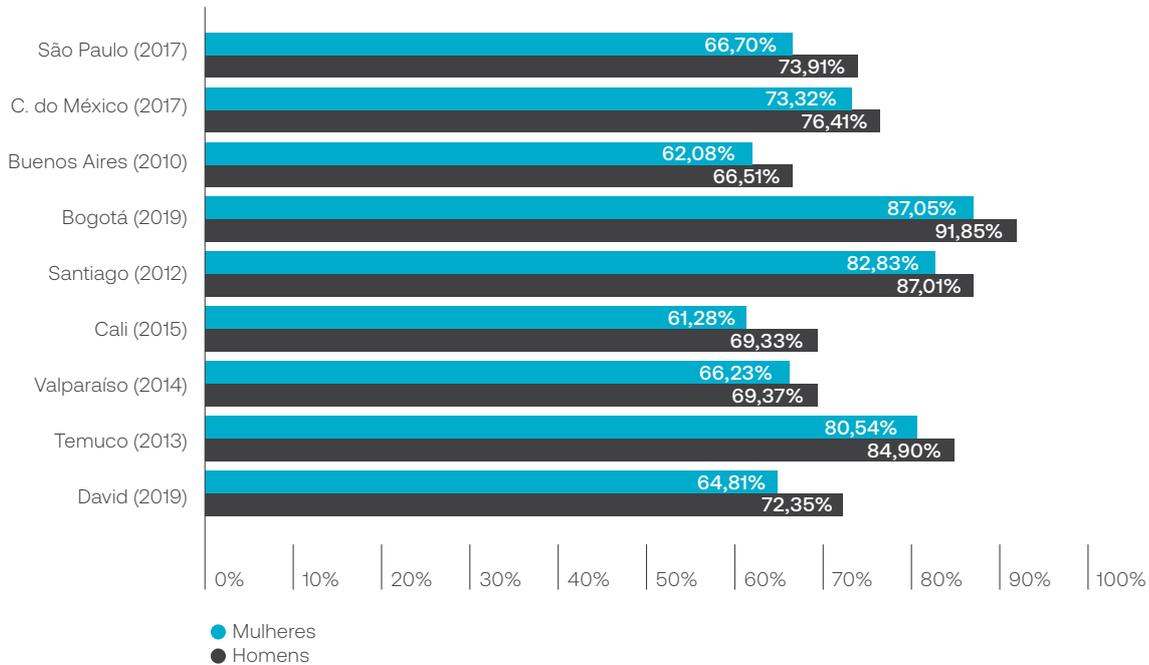
**11** A situação de pandemia causada pelo COVID-19 evidenciou a importância de gerar mudanças estruturais no modo de vida, reduzindo viagens e desenvolvendo um modelo de habitat próximo e sustentável. A redução dos deslocamentos e dos tempos de viagem podem ser conseguidos com uma distribuição geográfica de serviços essenciais que fique a curtas distâncias para a população. À medida que for implementada, essa mudança de paradigma terá implicações para a mobilidade a médio e longo prazo.

**12** As cidades consideradas neste relatório correspondem a três fontes: as analisadas na nota setorial de Steer (2020) segundo a disponibilidade de Pesquisa Origem-Destino (EOD), as cidades cobertas pelo Observatório de Mobilidade Urbana (OMU) com informação para as medições existentes (2007 e 2014), e as cobertas pela Pesquisa CAF (ECAAF) do ano de 2019.

**13** Isso pode ser devido a diferenças nas diferentes pesquisas com respeito a viagens relatadas ou omitidas, ou devido a problemas de amostragem. Em qualquer caso, deve-se ter em mente que as pesquisas, e em particular as EOD, são exercícios estatísticos associados a um erro de amostragem. A comparação entre as cidades deve ser realizada com cautela, tendo em vista que pode haver diferenças metodológicas quanto ao corte temporal, amostragem, metodologia de expansão e dias da semana considerados para a pesquisa, entre outros.

### Gráfico 13 Porcentagem da população que realiza viagens por gênero

Fonte: Steer (2020).



Notas: O ano corresponde ao ano de realização das respectivas EOD. As cidades estão ordenadas de maior a menor tamanho, segundo dados da Tabela 2.

Ao desagregar o indicador anterior por gênero (Gráfico 13), se observa que, em todas as cidades analisadas, a proporção de homens que viaja é maior que a de mulheres. Este resultado pode estar relacionado ao papel que os homens e as mulheres tradicionalmente desempenham no seio das famílias na região.

Outro aspecto que permite caracterizar a mobilidade é a intensidade com que a população realiza viagens. O Gráfico 14 compara a taxa de viagens por pessoa (incluindo aqueles que não viajam), com Londres e Madri em um dia útil. As cidades do Chile se destacam por seu alto índice de viagens em comparação com outras cidades da região, superando com folga as duas viagens diárias por pessoa. No resto das cidades, não é possível observar uma relação do tamanho com a taxa de viagens. Em algumas cidades, isso se explica em parte por uma menor proporção de pessoas que viajam (Buenos Aires e Cali), mas

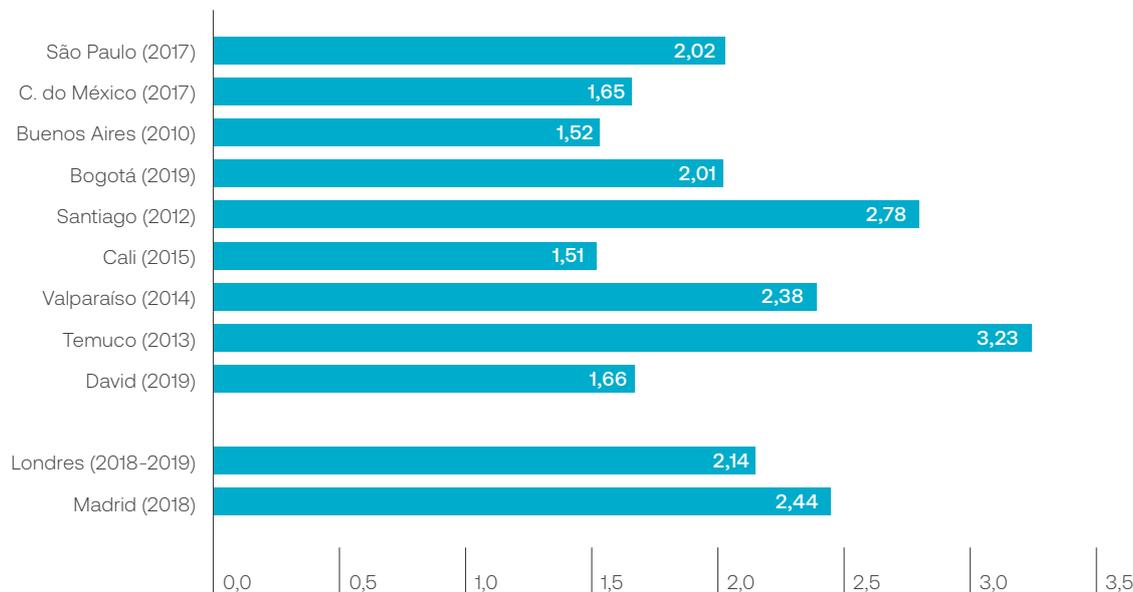
nem sempre é assim (Valparaíso). Comparando com as cidades europeias de Londres e Madri, em geral a intensidade das viagens é menor nas cidades analisadas da região, exceto no Chile.

Este indicador agregado pode ocultar lacunas relativas por gênero, refletidas no gráfico 15 mediante a taxa de viagens por gênero (considerando apenas as pessoas que viajam). Em várias cidades, a taxa de viagens é maior para as mulheres (com diferença entre 0,1 e 0,2 viagens em média), com exceção de São Paulo, Cali e David. Analisadas em conjunto com a proporção de pessoas que viajam, é possível que esse resultado esteja associado à dinâmica da desigualdade de gênero, em que as mulheres fazem mais viagens, porém mais curtas, perto de casa e associadas ao sustento da casa, enquanto que os homens fazem menos viagens, mas mais longas, principalmente associadas ao trabalho ou à educação.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Estes resultados são analisados para o caso da Cidade do México em Steer Mexico et al (2020), mas requerem uma investigação maior para o restante das cidades (Steer, 2020).

**Gráfico 14**  
**Taxa de viagens por pessoa em dia útil**

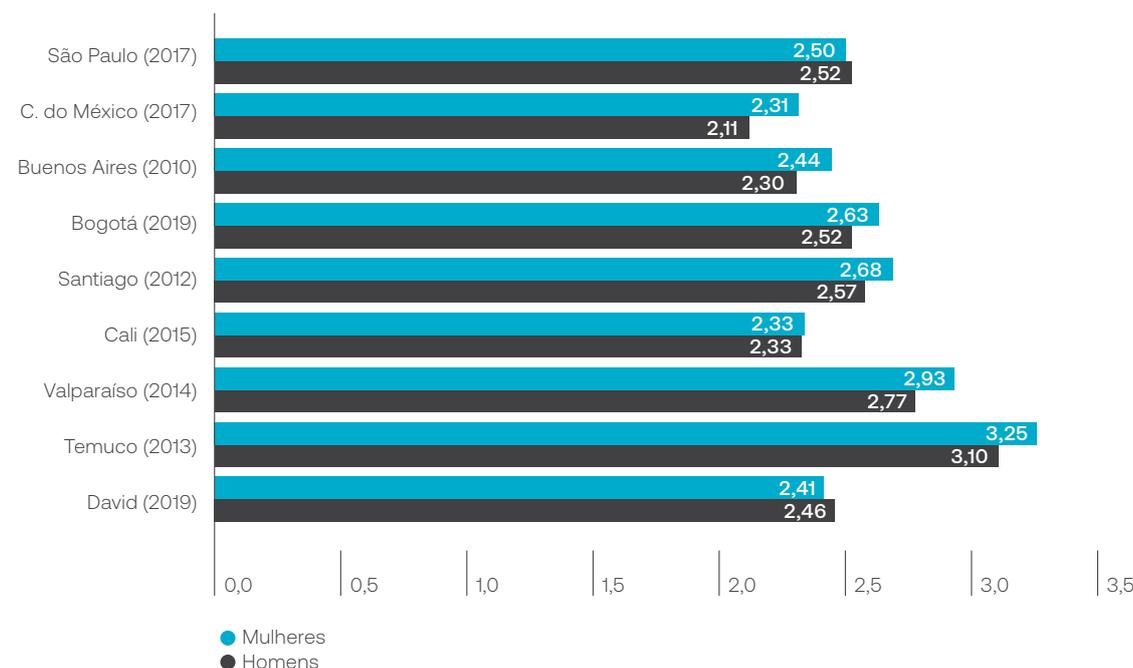
Fonte: Para dados da ALC, Steer (2020); para dados de Londres, Transport for London (2019); para dados de Madri, Deloitte e IPD (2019).



Notas: O ano corresponde ao de realização das respectivas EOD.

**Gráfico 15**  
**Taxa de viagens por pessoas que viajam em dia útil por gênero**

Fonte: Steer (2020).



Nota: O ano corresponde ao ano de realização das respectivas EOD.

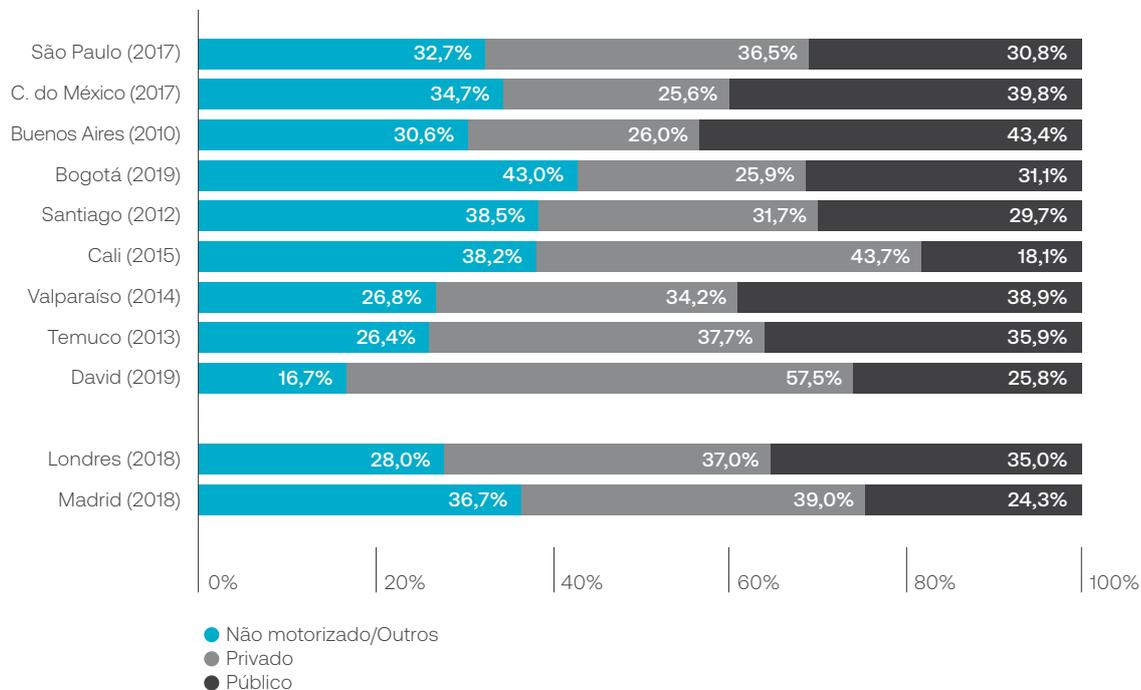
Por último, o Gráfico 16 ilustra a distribuição das viagens por modo de transporte.<sup>15</sup> Nas cidades muito grandes há uma alta participação do transporte público e modos não motorizados. Em contraste, as cidades de pequeno/médio porte apresentam predominância de meios de transporte privados. Por exemplo, David é uma cidade muito pequena que carece de um sistema de transporte público organizado (como acontece em muitas cidades pequenas da região), o que pode explicar a menor participação do transporte público em sua distribuição modal de viagens. Comparando cidades europeias, como Londres e Madri, com as grandes cidades ilustradas no Gráfico 16 (excetuando David), somente em Cali a participação de viagens em transporte privado é maior. No entanto, em uma comparação feita por Rivas *et al.* (2019a) entre Belo Horizonte, Bogotá, Montevideu, Rio de Janeiro, Santiago e São Paulo, o transporte privado aumentou sua participação de 17% para 24% em um período

de aproximadamente 15 anos, enquanto que as viagens em bicicleta e caminhadas aumentaram de 32% a 36%, refletindo uma substituição do transporte público.

Em resumo, a população que realiza viagens representa entre 65% e 85% do total na maioria das cidades da amostra (embora as EOD não nos permitam discernir se as pessoas não viajam devido à oferta dos serviços de transporte ou por questões próprias de demanda). Ao analisar a intensidade das viagens, em média, as pessoas fazem pelo menos uma viagem e meia por dia (nas cidades do Chile, em Bogotá e em São Paulo superam duas viagens). As mulheres apresentam uma taxa maior de viagens em comparação aos homens, em quase todas as cidades estudadas, revelando uma dinâmica de gênero (possivelmente porque as mulheres fazem viagens associadas ao sustento do lar e ao cuidado dos filhos). Em relação à

**Gráfico 16**  
**Porcentagem de viagens por modo de transporte em dia útil**

Fonte: Steer (2020).

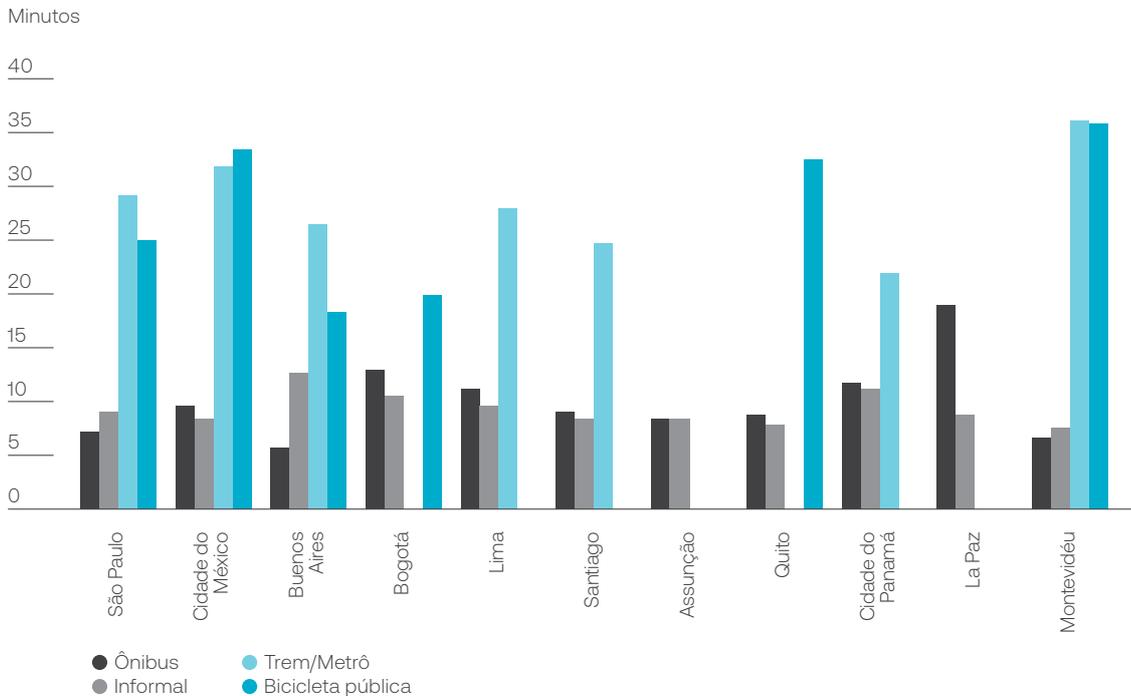


Nota: O ano corresponde ao ano de realização das respectivas EOD.

<sup>15</sup> O transporte não motorizado inclui caminhadas e bicicletas. No caso do transporte privado, este inclui não somente os veículos próprios, mas também o transporte público individual, taxis e similares.

**Gráfico 17**  
**Tempo médio de caminhada para acessar os serviços de transporte**

Fonte: Elaboração própria com base na ECAF 2019.



distribuição modal das viagens, observa-se certa heterogeneidade na região, com cidades onde predomina o transporte público (geralmente nas grandes cidades) e em outras o transporte privado (nas cidades menores). Diante deste contexto, analisam-se a seguir as lacunas de serviço presentes no setor de transporte urbano de passageiros, com foco no segmento de pessoas que utilizam esses serviços.

Um elemento essencial do serviço de transporte é ter fácil acesso. As formas de aproximar essa dimensão podem ser através da cobertura do sistema em uma área definida (por exemplo, em um raio de 300 ou 500 metros) ou do tempo que o usuário leva para chegar à parada/estação.<sup>16</sup> A ECAF 2019 permite avaliar a segunda alternativa

para os diferentes modais de transporte (ônibus, que é o modo representativo por sua extensão e capilaridade, trens e metrôs, transporte informal<sup>17</sup> e bicicletas públicas).

O Gráfico 17 compara o tempo médio de caminhada para acessar os diferentes modos e oferece várias observações.<sup>18</sup> Em primeiro lugar, o transporte por ônibus é o que tem maior cobertura, seguido do transporte informal. Em segundo lugar, o transporte informal apresenta tempos semelhantes aos do ônibus, sendo mais acessível em algumas cidades (por exemplo, Bogotá e La Paz), e menos em outras (como em Buenos Aires), complementando os déficits do serviço formal.

<sup>16</sup> Cada um fornece informações diferentes. A cobertura da população atendida permite aproximar o acesso teórico de toda a população. Por sua vez, o tempo que tardam os usuários até a parada dá uma ideia da distância que enfrentar aquele que podem chegar caminhando (menor tempo a maior capilaridade), mas também fornece informações complementares associada; por exemplo, o tempo de exposição das pessoas a outros riscos (como segurança), durante o trajeto de sua casa até o ponto de início do transporte.

<sup>17</sup> Na ECAF 2019, o transporte informal inclui táxis coletivos, micro-ônibus, veículos todo o terreno e combis.

<sup>18</sup> A ECAF 2019 pergunta sobre o tempo de caminhada em 3 intervalos: menos de 10 minutos, entre 10 e 30 minutos e mais de 30 minutos. O tempo médio é estimado atribuindo um tempo a cada viagem, sendo este de 5 minutos para as caminhadas do primeiro intervalo de tempo, 20 minutos para as caminhadas do segundo intervalo de tempo, e de 45 minutos para o terceiro intervalo.

Em relação ao demais modos, os trens ou metrô são menos próximos em geral, devido à rigidez natural da infraestrutura para a prestação dos serviços. Por sua vez, embora tenha havido implantações de redes públicas de bicicletas, acompanhadas em muitos casos por ciclovias para estimular o uso seguro, esta modalidade ainda não apresenta uma distribuição suficientemente capilar. Buenos Aires e Bogotá se destacam por possuir pontos de acesso que consomem consideravelmente menos tempo (em média, menos de 20 minutos) em relação ao restante das cidades que oferecem o serviço.

A deficiência no acesso aos serviços formais de transporte público pode induzir os usuários a usar meios informais (e inseguros), tanto para se deslocar até os destinos de viagem quanto para poder chegar às paradas, o que além de aumentar o custo total da viagem pode exigir mais tempo de traslado, com eventuais consequências na produtividade, na estrutura familiar ou saúde, entre outros efeitos.

O Gráfico 18 concentra-se no transporte de ônibus, identificando as caminhadas até a parada de acordo com os intervalos de tempo de viagem. Observa-se um contraste entre as cidades, sem uma relação com o seu tamanho. Por exemplo, Buenos Aires, Montevideu e São Paulo têm uma porcentagem superior a 80% de pessoas pesquisadas que podem acessar o ônibus em menos de 10 minutos, enquanto em La Paz essa porcentagem é inferior a 35%. Em termos gerais, as cidades analisadas têm um percentual inferior a 5% de pessoas que requerem mais de 30 minutos de caminhada, com exceção da Cidade do Panamá, Bogotá e La Paz. Isso se reflete no tempo médio de caminhada para chegar a um ponto de ônibus.

A lacuna de serviços na dimensão do acesso é uma questão importante em cidades como La Paz e Bogotá, que refletem caminhadas maiores para acessar o transporte. Outras cidades como Panamá e Lima também apresentam deficiências nesse sentido, com mais de 30% dos entrevistados apresentando dificuldades de acesso, indicando uma possível falta de capilaridade do serviço.

**Gráfico 18**  
**Tempo de caminhada para acessar o serviço de ônibus**

Fonte: Elaboração própria com base na ECAF 2019.

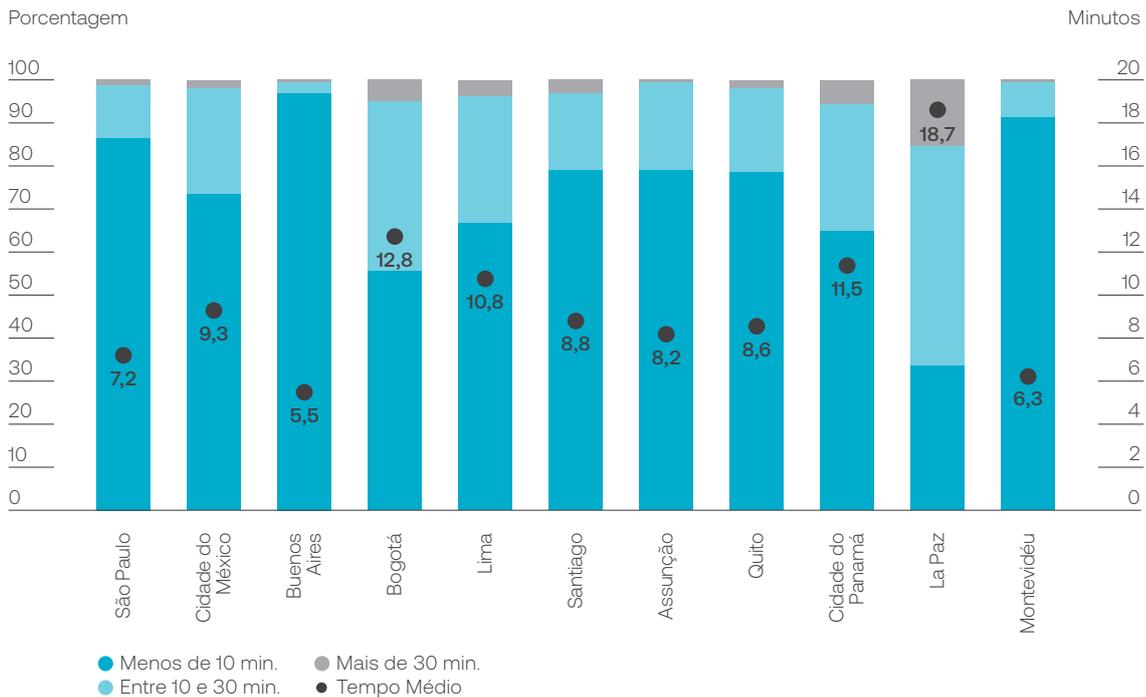
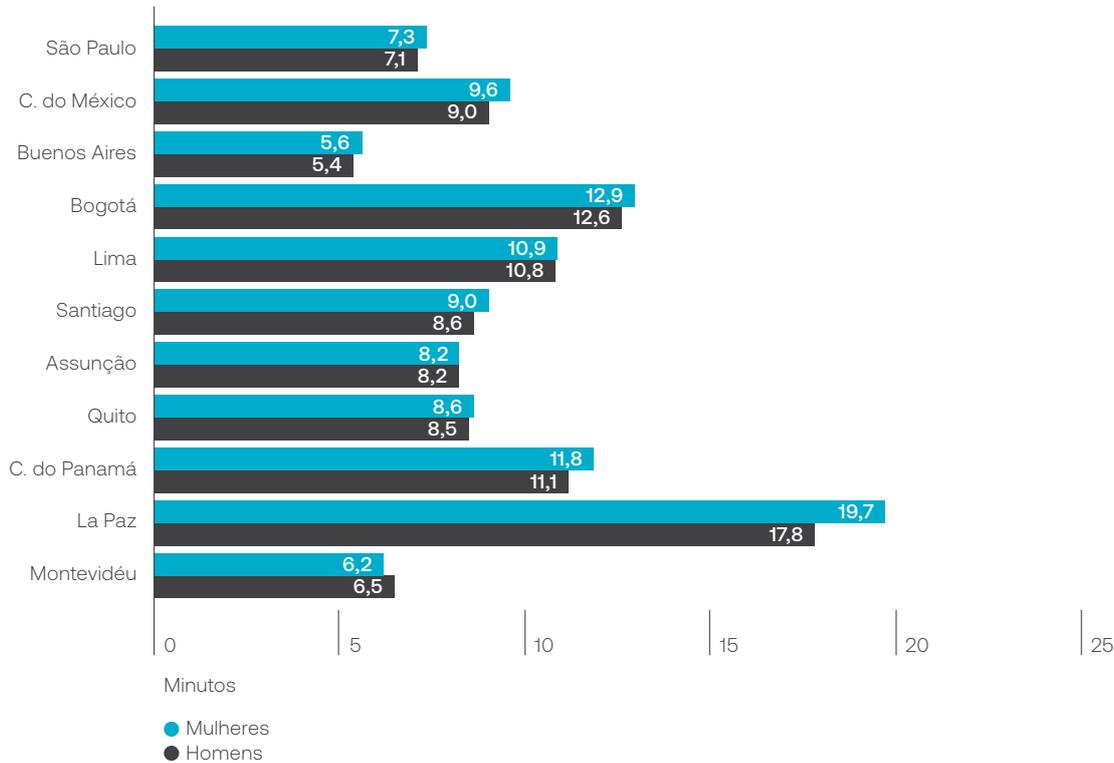


Gráfico 19

Tempo médio de caminhada para acessar o serviço de ônibus por gênero

Fonte: Elaboração própria com base na ECAF 2019.



O tempo de caminhada até o ponto de ônibus pode, por sua vez, ser discriminado por gênero (Gráfico 19). Com exceção de La Paz, em geral não há diferenças significativas no tempo de caminhada entre homens e mulheres. No entanto, a necessidade de fazer longas caminhadas para chegar ao ponto de ônibus afeta o conforto e a exposição das pessoas a situações de insegurança (o que é particularmente importante devido ao agravamento da vulnerabilidade de gênero). Portanto, a implementação de medidas (maior expansão das redes) ou tecnologias (que serão desenvolvidas nos próximos capítulos deste relatório) ou uma maior qualidade do espaço público (calçadas, iluminação, presença de câmeras de segurança, entre outros) podem reduzir a exposição a essas situações.

Por outro lado, o conceito de qualidade do serviço de transporte pode ser medido em termos de tempo, segurança e conforto da viagem (principalmente com atenção à dimensão de gênero). Este último aspecto, por sua vez,

é aproximado pela frequência e pelo nível de ocupação do serviço de transporte público.

A Tabela 3 mostra o tempo médio de viagem por modo de transporte e seu desvio padrão. As viagens em transporte público em cidades muito grandes tendem a consumir mais tempo em comparação com o resto, o que é um resultado esperado devido, em parte, à maior distância (e congestionamento) que a viagem implicaria. No entanto, ao analisar os tempos de viagem no transporte privado, exceto nos casos de Bogotá e México, eles tendem a ser semelhantes entre os diferentes tipos de cidades. Os tempos de viagem nos modos não motorizados, por corresponder a distâncias relativamente curtas, são mais homogêneos entre as cidades, sendo de aproximadamente 15 minutos por viagem.

Em comparação com Madri, as cidades grandes e muito grandes apresentam um tempo de viagem em transporte público consideravelmente maior, sendo o dobro no caso de Bogotá. Madri possui uma rede

**Tabela 3**  
**Tempo de viagem por modo de transporte (em minutos)**

Fonte: Fuente: Steer (2020) e Deloitte e IPD (2018).

Cidade e ano EOD	Não Motorizado		Privado		Público	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
São Paulo 2017	13	10	26	23	65	37
Cidade do México 2017	17	13	42	35	67	40
Buenos Aires 2010	16	18	28	35	53	42
Bogotá 2019	25	39	54	66	86	60
Santiago 2012	14	13	32	29	58	39
Calí 2015	17	20	29	27	58	35
Valparaíso 2014	14	12	27	28	40	26
Temuco 2013	14	11	25	37	31	18
David 2019	18	43	29	38	42	39
Madri 2018	17	-	23	-	38	-

Nota: O ano corresponde ao ano de realização das respectivas EOD.

capilar e de metrô altamente desenvolvida, que permite reduzir significativamente os tempos de viagem.<sup>19</sup> Em relação ao transporte privado, embora os tempos sejam ainda mais longos, a diferença não é tão acentuada (com exceção de Bogotá e Cidade do México).

Levando em consideração as informações do Gráfico 16, esses resultados indicam que, na maioria das cidades analisadas, os maiores tempos de viagem afetam grande parte da população que utiliza o serviço de transporte público.

No caso particular do transporte público, também podem ser mencionados dois outros fatores importantes que determinam a qualidade do serviço: a frequência e o nível de ocupação dos ônibus, trens ou outros meios massivos de transporte público. A frequência impacta a qualidade por meio do tempo total de viagem (incluindo o tempo de espera) e devido a questões de insegurança (pela maior exposição na rua enquanto se espera na parada ou estação), enquanto o nível de ocupação impacta sobre a

qualidade da viagem e na segurança pessoal (esta última, principalmente no gênero feminino).<sup>20</sup> A Tabela 4 mostra a pontuação de percepção de ambos os fatores (frequência e ocupação) por parte dos usuários, pontuando-os de 1 a 10.

No caso da frequência, uma pontuação mais alta indica um maior nível de conformidade neste aspecto. Não se observam diferenças substanciais entre cidades de diferentes tamanhos, e mesmo cidades do mesmo tamanho apresentam valores diferentes. Em geral, o serviço é pontuado em torno de 6 pontos, embora haja picos de quase 7 (como na Cidade do México) e outros onde a percepção cai abaixo de 5 (Bogotá). Em relação ao nível de ocupação, uma pontuação mais elevada representa um nível maior de ocupação. Novamente, não são observadas diferenças entre cidades de tamanhos diferentes e há certas heterogeneidades dentro de cada grupo de cidades. O nível de ocupação percebido pelos pesquisados é relativamente elevado, indicando menor conforto na viagem.

<sup>19</sup> O tempo de viagem é influenciado por diversos fatores, por isso a comparação entre cidades deve ser feita com cuidado. Por um lado, embora a categorização usada neste capítulo seja baseada no tamanho da população, a extensão costuma ser outra característica relevante. Também pode acontecer que em algumas cidades seja realizado um maior número de viagens curtas, como consequência de um desenvolvimento econômico mais equilibrado da área urbana.

<sup>20</sup> Allen et al. (2018) estudam em detalhe este problema para Buenos Aires, Quito e Santiago e apresentam um guia de recomendações com respeito a regulamentações, infraestrutura e desenho operativo do transporte, junto com outras soluções colaborativas (ver referência para mais detalhes).

**Tabela 4**  
**Percepção da frequência e nível de ocupação**  
**do transporte público**

Fonte: Elaboração própria com base na ECAF 2019.

Cidade	Frequência			Nível de Ocupação		
	Total	Mulheres	Homens	Total	Mulheres	Homens
São Paulo	6,42	6,48	6,34	7,99	8,14*	7,75*
Cidade do México	6,92	6,95	6,88	7,87	7,77	8,00
Buenos Aires	6,88	6,84	6,93	7,24	7,08*	7,47*
Bogotá	4,75	4,96*	4,47*	8,73	8,90*	8,50*
Lima	5,89	5,85	5,94	7,60	7,65	7,54
Santiago	5,65	5,63	5,67	8,13	8,17	8,09
Assunção	6,05	6,02	6,08	7,29	7,20	7,43
Quito	6,05	5,98	6,13	8,14	8,06	8,23
Cidade do Panamá	6,29	6,42	6,16	7,20	7,11	7,29
La Paz	6,15	6,11	6,19	7,23	7,28	7,18
Montevideu	6,79	6,50*	7,18*	7,50	7,74*	7,17*

Notas: Na coluna de frequência, um número maior significa melhor percepção. Em ocupação, um número maior significa pior percepção. \* As diferenças das médias entre homens e mulheres são estatisticamente significativas (em 10% ou menos).

A Tabela 4 também permite identificar diferenças por gênero. As mulheres percebem um pouco mais de frequências em Bogotá e menos em Montevideu (ainda que o nível seja alto em relação ao resto das cidades). Por sua vez, há uma percepção de um nível mais alto de ocupação do transporte público em São Paulo, Bogotá e Montevideu, enquanto o contrário ocorre em Buenos Aires.

Em resumo, a lacuna de serviços na dimensão da qualidade mostra que o tempo de viagem no transporte público em cidades muito grandes é maior em comparação com outros tipos de meios de transporte e transporte público em cidades menores. Ao mesmo tempo, a percepção de um alto nível de ocupação do transporte público pode ser um resultado natural do desenho do modo de transporte. Da mesma forma, o resultado dos tempos de viagem por modo de transporte

contribui para alertar sobre a hipótese de que o transporte público normalmente atende aos cidadãos que vivem mais longe dos locais de trabalho e de estudo (e no caso das mulheres acrescentam-se as tarefas domésticas e de cuidados infantis) e, conseqüentemente, estes usuários podem ter menos tempo disponível<sup>21</sup> para a realização de outras atividades.<sup>22</sup>

Por fim, é importante que o serviço (público) possa ser oferecido com o menor custo monetário possível para o usuário. Em primeiro lugar, o custo médio da prestação do serviço de transporte público por viagem é um indicador que permite estimar os recursos que o sistema deve alocar para o transporte de passageiros. Em segundo lugar, o custo líquido para o usuário do transporte público permite identificar sua contribuição para os gastos operacionais do sistema, e quantas contribuições são feitas através de subsídios

<sup>21</sup> As pesquisas EOD, no lugar de um ponto específico, podem utilizar áreas relativamente amplas para detalhar a origem e o destino de uma viagem em particular, o que dificulta a realização da medição do tempo de viagem por quilômetro percorrido.

<sup>22</sup> Ver Zahavi e Talvitie (1980) para considerações gerais, e Steer Mexico et al (2020) para considerações de gênero, em especial para as tarefas domésticas e das crianças.

(que é o resultado da política setorial baseada em vários fatores, segundo se explica na nota de rodapé 5). Finalmente, o gasto do usuário em transporte público pode ser comparado com os correspondentes a outros modos de transporte (normalmente não subsidiados) para aproximar o custo da locomoção do usuário.

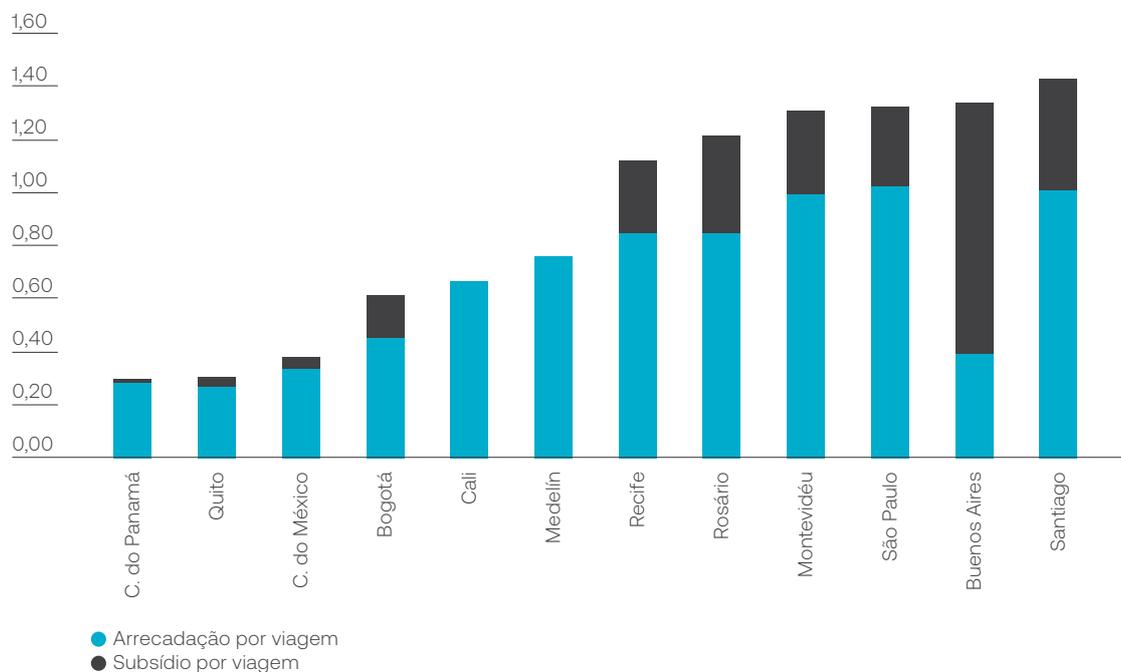
O Gráfico 20 mostra o custo operacional para o sistema público transportar um passageiro, e sua decomposição por fontes (arrecadação e subsídios), de acordo com os dados do Observatório da Mobilidade Urbana de 2014. Dois grupos de cidades são identificados de acordo com o custo médio para o sistema de fazer uma viagem. Por um lado, estão as cidades que apresentaram um custo inferior a 80 centavos de dólar por viagem (Cidade do Panamá, Quito, Bogotá, Cali, Medellín e Cidade do México), enquanto que, por outro, as cidades com um custo superior a 1,20 dólares por viagem (Buenos

Aires, Rosário, Montevidéu, Santiago e São Paulo). Esses dados permitem explorar as razões pelas quais essas grandes cidades apresentam custos tão díspares (o que poderia ser explicado, em parte, pelo tipo de câmbio relativo), visto que é um potencial indicativo de uma lacuna de custos — eficiência— na prestação do serviço.

Em geral, não há informações sistematizadas que nos permitam estimar o custo de operar e manter transporte público. Isso depende de medidas de ordenamento urbano, cobertura de transporte e políticas que são mais ou menos explícitas (que determinam o custo de operação e de capital). A suposição (não necessariamente correta) é que o planejamento urbano se faz buscando que o serviço funcione com o menor custo possível.<sup>23</sup> Nesse sentido, o Gráfico 20 também ilustra as fontes de financiamento do custo (operacional, para o sistema) de realização de uma viagem. As cidades do interior da Colômbia não subsidiam

**Gráfico 20**  
**Custos do serviço de transporte público por viagem, 2014**

Fonte: Elaboração própria com base em CAF (2015).



Nota: Para estimar o custo por viagem, partiu-se do pressuposto de que nos finais de semana são realizadas cerca de 30% das viagens observadas durante os dias úteis. No caso de Bogotá se incluí o déficit coberto com as contribuições do Fundo de Estabilização Tarifária (as transferências da Secretaria Distrital de Fazenda funcionam, na verdade, como um subsídio).

**23** Deve-se levar em conta que as políticas de subsídios podem ser de alcance local ou nacional, enquanto que a política urbana é integralmente local. É factível que as medidas nacionais não estejam de todo coordenadas com as locais e vice-versa.

## O transporte público de massa perdeu participação na divisão modal, com viagens que podem ultrapassar um hora e dobrar os tempos no transporte público.



o serviço (desde 2008, Bogotá utiliza recursos do Fundo de Estabilização Tarifária para cobrir os custos de provisão). As demais cidades exigem subsídios em diversos valores. Neste ponto, as cidades de Buenos Aires, por um lado, e Panamá, Quito e México, por outro, se contrapõem: na primeira, os subsídios representavam 70,6% do financiamento de transportes, enquanto na Cidade do Panamá, Quito e Cidade do México representavam entre 4,5% e 12,6%, respectivamente. Estes valores contrastam com a realidade das demais cidades que contam com um serviço de transporte público que requer subsídios próximos a 25%-30% da receita total. Se for feita uma comparação com os subsídios que o transporte público recebe em cidades de outras regiões, se pode observar que a heterogeneidade mencionada também está presente. Por exemplo, em Londres, os subsídios representam 10% dos custos operacionais, enquanto em Madri eles representam 53% dos custos (Scorcia, 2018).<sup>24</sup>

Do ponto de vista do usuário, o componente direto relevante é a representatividade dos

gastos com transporte em relação à renda (acessibilidade financeira),<sup>25</sup> principalmente para a população mais vulnerável. Para tanto, a Tabela 5 apresenta um Índice de Acessibilidade Financeira baseado no quociente entre o custo de cinquenta viagens mensais de ônibus e o salário mínimo. Esta tabela mostra certa disparidade na acessibilidade financeira do transporte público coletivo para a população de baixa renda nas diferentes cidades consideradas (desde 2,5% na Cidade do Panamá até 20,7% em São Paulo), onde não se observa uma tendência entre as cidades de acordo com seu porte. Embora as comparações devam ser feitas com cautela,<sup>26</sup> destacam-se casos como o de São Paulo frente a Santiago, com um custo unitário e um componente de subsídios semelhante, mas uma carga muito maior para o usuário final de baixa renda na primeira cidade. Em Cali e Recife esse indicador é semelhante, entre 13% e 15%, mas na segunda cidade isso é conseguido com uma política de subsídios (com uma tarifa que representa cerca de 75% do custo da viagem).

<sup>24</sup> Essa comparação reflete simplesmente as diversas políticas seguidas na região em relação aos instrumentos de financiamento do transporte público. O tema certamente adquirirá relevância na situação pós-pandêmica (provocada pela COVID-19), visto que tanto a capacidade de gasto das famílias quanto os recursos do setor público têm sido fortemente afetados. Uma possibilidade, diante de um eventual aumento de tarifas, para depender menos de recursos públicos, é a implantação ou intensificação de subsídios direcionados (tarifa social, que visa reduzir gastos com transporte - e também com outros serviços - para usuários que atendam a determinadas características de "grupo alvo"), que já existem em vários países da região.

<sup>25</sup> Uma análise completa também deveria incluir os impostos pagos para financiar subsídios ao transporte público (no marco de eficiência, equidade, finanças públicas e externalidades mencionadas anteriormente).

<sup>26</sup> Estupiñán, Gómez Lobo, Muñoz Raskin y Serebrisky (2007) destacam a dificuldade de comparar esses resultados com benchmarks (se o gasto é alto ou baixo) ou entre cidades (se o índice em uma cidade é mais alto do que em outra), visto que são indicadores endógenos e o gasto com transporte forma parte da cesta de consumo das famílias (por exemplo, um consumidor poderia trasladar-se longas distâncias para comprar produtos mais baratos). Em qualquer caso, pode ser uma primeira aproximação, útil para entender se uma determinada política de mobilidade resulta onerosa para a população (em particular para os vulneráveis).

**Tabela 5**  
**Índice de acessibilidade financeira do**  
**transporte público coletivo, dezembro de 2014**

Fonte: Elaboração própria com base em CAF (2015).

Cidade	Índice de Acessibilidade Financeira
São Paulo	20,7%
Recife	14,9%
Medelín	14,7%
Pereira	14,6%
Cali	13,0%
Santiago	12,9%
Montevideú	12,4%
Bogotá	12,2%
Cidade do México	8,3%
Rosário	5,7%
Quito	3,5%
Buenos Aires	3,4%

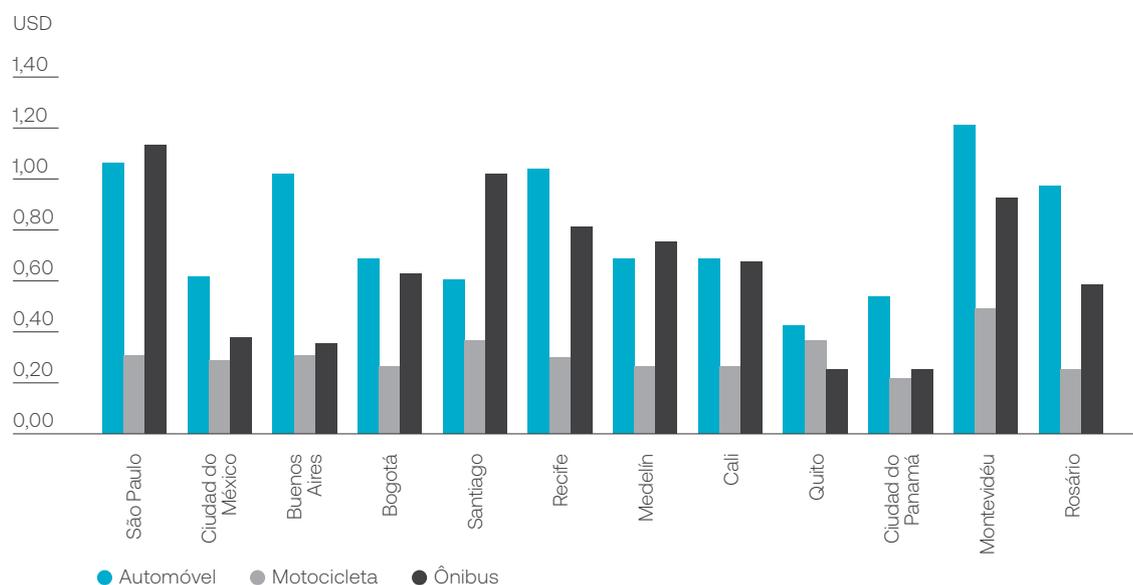
Notas: Índice definido como o quociente entre os gastos relativos a cinquenta viagens por mês em ônibus e o salário mínimo.

O Gráfico 21 apresenta informações sobre o custo para os usuários de uma viagem de 7 km por diferentes meios de transporte e em diferentes cidades. Observa-se certa heterogeneidade entre as cidades ao se analisar o custo de uma viagem de carro em comparação ao de ônibus. Em particular, existem cidades onde o ônibus tem um custo maior para o usuário do que os outros modais (Santiago, Medellín e São Paulo) e outras com um custo significativamente menor que o transporte privado (Buenos Aires, Cidade do México e Cidade do Panamá). Também existem diferenças no custo do transporte público entre cidades do mesmo tipo (por exemplo, existem diferenças substanciais em cidades muito grandes, como Buenos Aires e Bogotá em relação a Santiago e São Paulo), o que pode ser devido ao grau de eficiência com que os serviços são prestados, mas também a diferentes políticas de financiamento de capital ou até mesmo da operação (ou seja, se cada componente dos custos é coberto pela tarifa ou com subsídios).

Para resumir, a participação do transporte público (e não motorizado) é alta na maioria das grandes cidades, se comparado com os casos dos países desenvolvidos. No entanto, há evidências de perda de participação do transporte público de massa na divisão modal. Por sua vez, o transporte informal continua sendo uma opção que está ao alcance da população, em distâncias (medidas

**Gráfico 21**  
**Custo de uma viagem de 7 km por meio de transporte, dezembro 2014**

Fonte: Elaboração própria com base na OMU (2015).



em tempo) similares às do transporte coletivo formal, e às vezes até mais acessível (como em La Paz, onde a oferta de ônibus é menos capilar, e em Bogotá). Isto é consistente com a percepção dos usuários em respeito a uma (baixa) frequência. As bicicletas públicas (presentes em muitas cidades analisadas), embora tenham crescido significativamente na repartição modal, não atingiram um nível de penetração que permita aos usuários acessá-las em distâncias (em média) menores. Por outro lado, os tempos de caminhada também alertam para outros aspectos do desenho urbano, ligados à segurança.

A redução no tempo de viagem no transporte público é uma dívida pendente em várias cidades (entre as analisadas, as viagens para Bogotá, Cidade do México e São Paulo ultrapassam, em média, uma hora, em comparação com 30 minutos para o transporte privado). Esta característica, por sua vez, é complementada por uma percepção, por parte dos passageiros, de um alto nível de ocupação nas unidades (especialmente em Bogotá, mas também em outras cidades como Santiago e Quito). Novamente, essa dimensão pode ter uma implicação em termos de segurança.

Na dimensão custo, são identificados dois grupos de cidades (custo de viagem abaixo de US\$ 0,80 e custos acima de US\$ 1,20, segundo valores de 2014). Embora estas diferenças possam ser atribuídas às respectivas taxas de câmbio, este resultado chama a atenção para a necessidade de garantir a prestação de um serviço ao menor custo possível, dadas as suas implicações tanto na tarifa final como nas contribuições do Estado (combinação que depende das decisões políticas locais). As comparações de acessibilidade financeira são úteis para entender como as cidades equilibram tarifas e subsídios para fornecer um serviço ao usuário final (que pode ser caro, sem considerar subsídios, como surge da comparação de São Paulo com Santiago ou Recife em relação a Cali).

Na dimensão de gênero, as mulheres tendem a realizar mais viagens do que os homens, sendo uma possível explicação o fato de as mulheres realizarem viagens associadas ao sustento da casa e ao cuidado dos filhos. Por sua vez, embora o tempo de caminhada para acessar o serviço de ônibus seja semelhante (com exceção de La Paz, onde é maior) e a percepção da ocupação das unidades em que viajam também o seja (exceto em São Paulo, Bogotá e Montevidéu, onde há uma pior percepção por parte das mulheres), são situações de exposição que têm implicações em termos de segurança.

Os capítulos a seguir apresentarão medidas e ferramentas que podem ser úteis para reduzir algumas dimensões das lacunas de serviço identificadas. Em particular, a digitalização poderia permitir a redução dos tempos de viagem e aumentar a capilaridade dos serviços de transporte por meio de aplicativos que forneçam informações em tempo real sobre a situação do serviço e a localização dos meios de transporte público, bem como a integração multimodal e as plataformas de economia compartilhada e de micromobilidade.

## Evasão e informalidade no transporte urbano de passageiros

A informalidade no setor de transporte apresenta desafios em termos de mobilidade urbana (operadores informais) e a sustentabilidade financeira do setor (evasão de pagamentos do serviço).

A evasão pode ter consequências sobre o setor, por exemplo, na segurança dos passageiros transportados e não registrados e no financiamento dos operadores. Em certas cidades, alcançou um nível suficientemente alto como para levar os atores do setor a implementar medidas que visam neutralizar a evasão de pagamento. A seguir, são apresentados os casos dos sistemas de transporte público das cidades de Bogotá, Buenos Aires e Santiago.

A alta evasão no Transantiago, estimada em 27,9% dos usuários em dezembro de 2017, é uma questão muito importante para um sistema de transporte que, por sua vez, depende de subsídios estatais. Estudos realizados indicam que os principais motivos da evasão em Santiago são a baixa qualidade percebida do serviço, o alto custo do transporte, o número reduzido de centros de carregamento dos cartões com os quais se realizam os pagamentos (Bip!) e a falta da cultura cidadã. A cidade de Santiago adotou medidas para fazer frente a esse problema, como o Plano Integral contra a Evasão (que introduziu um novo modelo de fiscalização), a promulgação da Lei Antievasão em 5 de junho de 2018 (que propôs aumento das sanções e a criação de um cadastro de evasores), o uso de catracas borboleta e a adoção da telemetria (que permite a contagem dos passageiros dos ônibus). Estas medidas conseguiram lograr uma diminuição da evasão, que foi de 25,7% no segundo trimestre de 2019.

No caso do sistema Transmilenio de Bogotá, a evasão fiscal também foi reconhecida como um problema relevante. Um estudo recente da

Universidade Nacional da Colômbia (2018) estimou uma taxa média de 15,36% em segmentos troncais para o ano de 2018. Diante do problema, foi realizado um estudo do Transmilenio, a fim de monitorar e rastrear a evasão (APCA E&Y e Iquartil Ltda., 2018). Por sua vez, a partir de 2018, a empresa Transmilenio S.A. passou a elaborar um Plano Anti-Evasão, no qual propõe várias medidas: reforço da fiscalização dos pagamentos com maior presença de policiais, investimento em infraestruturas de controle de evasão (por exemplo, barreiras perimetrais e colocação de grades, entre outros), campanhas de conscientização e o monitoramento, que busca rastrear a evasão e também as medidas implementadas e seus efeitos.

Na Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) a situação é desigual dependendo do meio de transporte considerado. Por um lado, os especialistas do setor consideram que não existe evasão no transporte urbano de passageiros, ou esta não é relevante, devido à modalidade de pagamento (o motorista é quem cumpre o papel de cobrador da viagem). A margem de evasão poderia ocorrer por meio da subdeclaração do trecho de viagem (podendo-se pagar por uma viagem mais curta do que realmente era, mas a diferença de tarifa por trecho é baixa) ou por meio de um uso inadequado do esquema de tarifas sociais.

Por outro lado, no modo de transporte ferroviário (que representa 21% dos passageiros transportados na AMBA) estima-se uma evasão no pagamento da ordem de 18% em 2018, oscilando entre 4% e 42% dependendo do operador, segundo a Comissão Nacional de Regulação do Transporte (CNRT, 2018). Após a tragédia que aconteceu na Estação Once da Linha Sarmiento, em fevereiro de 2012, a evasão chegou a ultrapassar a taxa de 40%, e só foi reduzida após melhorias na cobrança, investimentos na modernização da malha ferroviária, incorporação de material rodante, adequação das estações e melhorias das vias, entre outros.

Um ponto a ser levar em conta é o escasso incentivo que os reguladores podem ter para controlar a evasão fiscal. O contrato que o operador assina com a autoridade é fundamental para o esquema de remuneração. A concepção de um contrato que relacione a remuneração recebida pelo operador do serviço com os níveis de evasão pode gerar incentivos para controlar e reduzir a evasão e, desta forma, obter uma maior remuneração através do mecanismo de compensação estabelecido no contrato.

A situação da região justifica um estudo mais aprofundado do estado real, de suas causas e efeitos, não somente em matéria de arrecadação, mas em relação ao nível da percepção dos usuários e da reação dos operadores quanto às características e qualidade do serviço prestado. Um diagnóstico deste tipo permitirá identificar os melhores instrumentos de política para um melhor controle.

Em relação à informalidade no serviço de transporte urbano de passageiros, na América Latina observa-se que há uma tendência para o surgimento de serviços de transporte público coletivo ou individual informais em áreas ou horários nos quais o setor formal não consegue prestar um serviço satisfatório por diversos motivos (custos elevados, falta de infraestrutura viária, áreas onde predomina a ocupação ilegal de terras, entre outros). Por exemplo, nas zonas de ladeiras ou regiões onde predomina a ocupação ilegal de terrenos ou bairros fora dos processos de planejamento e desenvolvimento formal são locais propícios para o surgimento do serviço de transporte informal, facilitando a oferta de transporte por motocicleta ou veículos adaptados para essas condições. Em alguns casos, problemas de falta de segurança em determinadas áreas também geram o surgimento de serviços alternativos informais.

Este transporte informal pode desempenhar um papel de conexão com o sistema de transporte formal, funcionando como serviços de “último quilômetro ou último trecho” nas periferias. Dois exemplos desses serviços são os “camperos” (e outros veículos particulares, geralmente de modelo antigo e más condições técnicas e mecânicas), usados para alimentar os meios de transporte massivo em áreas periféricas, e os “moto-táxi” como alternativa ao transporte em muitas cidades da região com deficiências significativas em seus sistemas de transporte público e infraestrutura viária.

Um detalhe particular do serviço informal é que, em alguns casos, o custo monetário para os passageiros supera o do sistema formal, em particular em áreas onde o monopólio do transporte informal é observado devido à falta de qualquer tipo de transporte público formal, que normalmente costuma ser coberto por grupos ilegais (Steer, 2020).

## Outros setores de infraestrutura

### Água potável e saneamento

Esta subseção fornece uma breve descrição das lacunas de serviço no setor de água potável e saneamento na região,<sup>27</sup> enfatizando as dimensões de acesso, eficiência (como um indicador indireto de custos) e qualidade.

O acesso à água potável é medido como a porcentagem da população (urbana ou rural) com acesso a pelo menos um serviço básico de água potável. Em termos de acesso urbano, exceto no Peru e alguns países da América Central, os países apresentam cobertura praticamente total (superior a 98%). É no setor rural que aparecem as diferenças na cobertura de água potável. Isso é observado principalmente em países com baixo PIB per capita e uma população relativa maior nas áreas rurais. Da mesma forma, as lacunas de acesso podem ser analisadas em termos

**Tabela 6**  
Indicadores da lacuna de serviço em água potável e saneamento

Fonte: JMP (2018) para os indicadores de acesso e qualidade; ERAS (2016), SUNASS (2019) e AAPS (2019) para perdas e continuidade do serviço; e Zipitria (2020).

País	Água						Saneamento			
	Acesso		Qualidade		Eficiência	Perdas	Acesso		Qualidade	
	Acesso à água potável		Acesso à água gerenciada de forma segura				Saneamento básico	Saneamento gerenciado de forma segura		
	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural		Urbano	Rural	
Argentina	>99	93	-	-	24	41,27	96	-	-	-
Bolívia	>99	78	-	-	22,24	24,8	72	36	25	-
Brasil	>99	90	92	-	24	36,43	93	60	52	-
Chile	>99	99	99	-	24	29,96	>99	>99	81	-
Colômbia	>99	86	81	40	23,99	41,89	93	76	14	-
Costa Rica	>99	>99	96	84	23,96	50,61	98	96	-	-
Equador	>99	83	85	58	24	27,98	91	83	33	57
El Salvador	>99	92				-	91	79	-	-
Guatemala	98	90	66	46		-	79	51	-	-
Honduras	>99	89	-	19	21	-	85	76	35	-
México	>99	97	-	-		-	93	82	52	-
Nicarágua	98	59	67	29		-	84	62	-	-
Panamá	98	93	-	-	20	46,68	92	65	-	-
Paraguai	>99	>99	72	51		-	94	83	54	66
Peru	96	76	59	21	21,58	28,48	80	56	51	-
Uruguai	>99	95	95	-		51,14	97	97	-	-

Notas: Os indicadores de perdas e continuidade de serviço correspondem às principais empresas de cada país: AySA em Argentina; SABESP em Brasil; Aguas Andinas em Chile; Bogotá em Colômbia; AyA em Costa Rica; EPMAPS-Q em Equador; Aguas de San Pedro em Honduras; IDAAN em Panamá; SEDAPAL em Peru; OSE no Uruguai. No caso da Bolívia correspondem ao total país.

<sup>27</sup> Uma análise mais completa do setor (incluindo água e saneamento, serviços associados ao desenvolvimento produtivo, gestão do recurso em condições normais e extremas) está previsto em um próximo informe IDEAL.

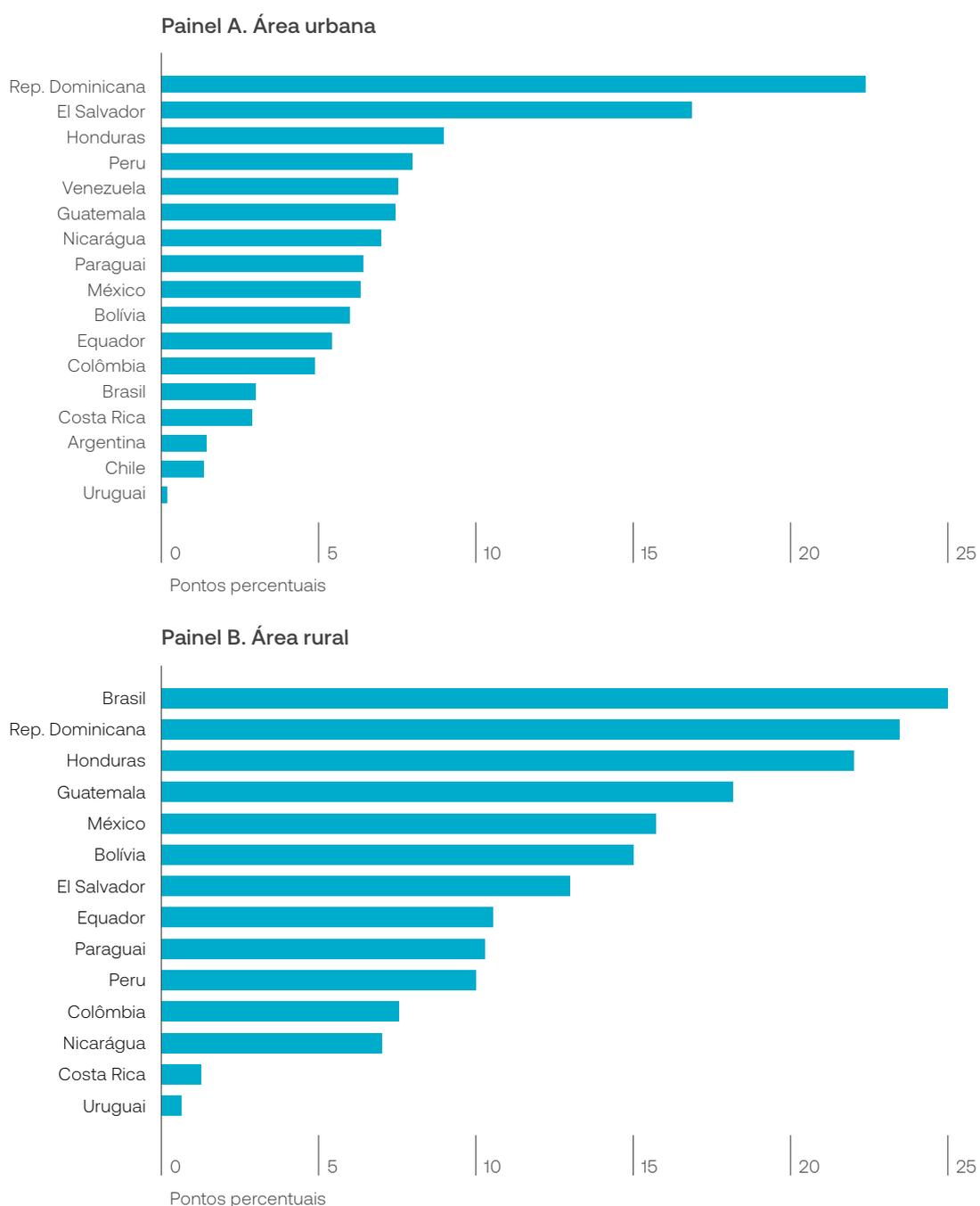
de renda (Gráfico 22). Somente no Uruguai o acesso é universal (dentro de uma região). Nas áreas urbanas, as lacunas entre o primeiro quintil e o último quintil na distribuição de renda são pequenas no Chile, Argentina, Costa Rica

e Brasil, mas são importantes nos países da América Central, Peru e Venezuela. Nas áreas rurais, as lacunas ultrapassam 10 pontos em mais da metade dos países da amostra (incluindo casos como Brasil e México).

### Gráfico 22

#### Lacunas de acesso: diferenças entre o quintil mais rico e o mais pobre.

Fonte: WWAP (2019).



O acesso à água gerenciada de forma segura é medido como a porcentagem da população cujo serviço de água atende a três condições: (i) provém de uma fonte melhorada localizada dentro de casa ou no pátio ou terreno, (ii) disponível no momento necessário e (iii) livre de contaminação fecal e produtos químicos prioritários. Portanto, este indicador considera características do serviço que fazem parte da dimensão qualidade. Esta dimensão pode ser complementada com continuidade de serviço (e, também, com a pressão). Uma abordagem semelhante pode ser feita com o acesso e a qualidade dos serviços de saneamento. A qualidade da informação diminui nessas dimensões (ver Tabela 6). É interessante observar que em países onde há problemas de acesso, também há problemas de qualidade do serviço (Zipitria, 2020). Outro problema importante na região são os altos índices de água não contabilizada (entre 25% e 50% da água produzida), o que se torna relevante em contextos de escassez de água.

Por fim, na região existe baixo tratamento de esgoto, o que coloca em risco os mananciais das cidades, principalmente quando o tamanho das cidades aumenta. Nesse caso, destacam-se as mudanças regulatórias feitas pelo Chile para promover o tratamento de águas residuais.<sup>28</sup>

As informações sobre as tarifas de serviços de água potável e saneamento costumam ser escassas e pouco frequentes. Recentemente, Brichetti (2019) elaborou um estudo para 49 provedores da região da ALC, do qual foram obtidas várias observações relevantes. Em primeiro lugar, a maioria das operadoras usa tarifas crescentes com o consumo, com pesadas penalidades por consumo adicional. Esse tipo de estrutura tarifária pode gerar incentivos para as operadoras expandirem suas redes em áreas de alto consumo. Em segundo lugar, se utilizam estruturas que dependem de encargos fixos para recuperar os custos fixos, mas isso poderia ter implicações em termos de acessibilidade financeira (especialmente para usuários de baixa renda). O problema de acessibilidade financeira é mais grave em altos níveis de consumo: para níveis de consumo próximos a 200m<sup>3</sup> por ano, os gastos residenciais (incorporando as políticas de subsídios locais) são moderados e próximos aos níveis médios mundiais, mas se tornam

relativamente caros para elevados níveis de consumo (ver Gráfico 23).

**Tabela 7**  
**Porcentagem da população cujas águas residuais são tratadas na América Latina**

Fonte: Elaboração própria com base em dados de JMP (2018).

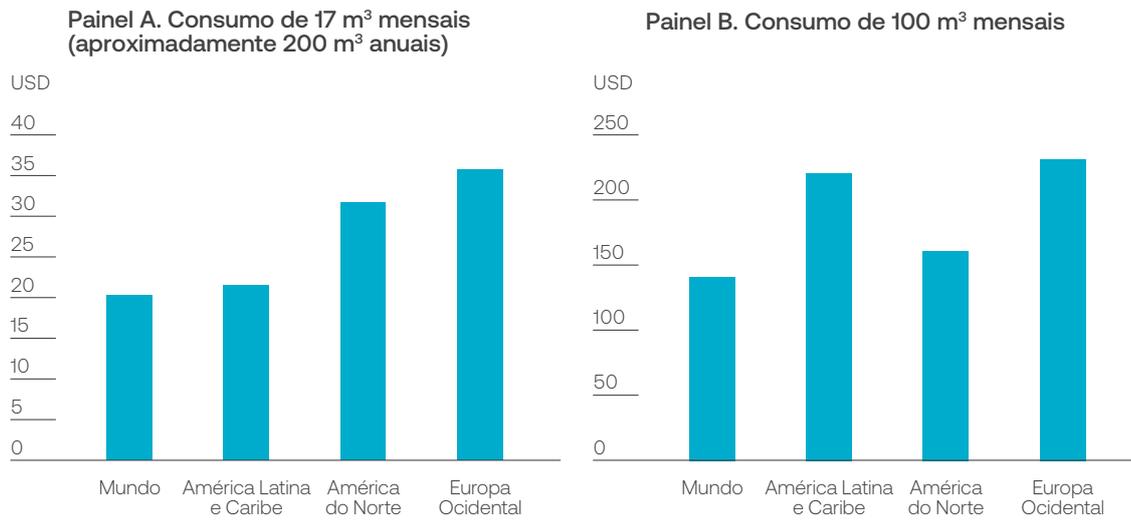
País	Urbana	Rural
Argentina	-	-
Bolívia	15	1
Brasil	43	5
Chile	81	17
Colômbia	14	2
Costa Rica	13	3
Cuba	25	7
Equador	22	7
Guatemala	-	-
Honduras	23	2
México	49	18
Nicarágua	-	-
Panamá	-	-
Peru	47	10
Paraguai	7	1
Rep. Dominicana	6	1
Uruguai	-	-
Venezuela	-	-

O Gráfico 24, por sua vez, ilustra a disparidade na região no preço por m<sup>3</sup> correspondente ao gasto de 17 m<sup>3</sup> por mês (desde níveis baixos no Panamá e Peru, a valores acima de USD 2,50 por m<sup>3</sup> no Brasil e Uruguai).

<sup>28</sup> Ver Norma de Emissão de Resíduos Líquidos em Águas Marinhas e Continentais Superficiais do Chile (2001).

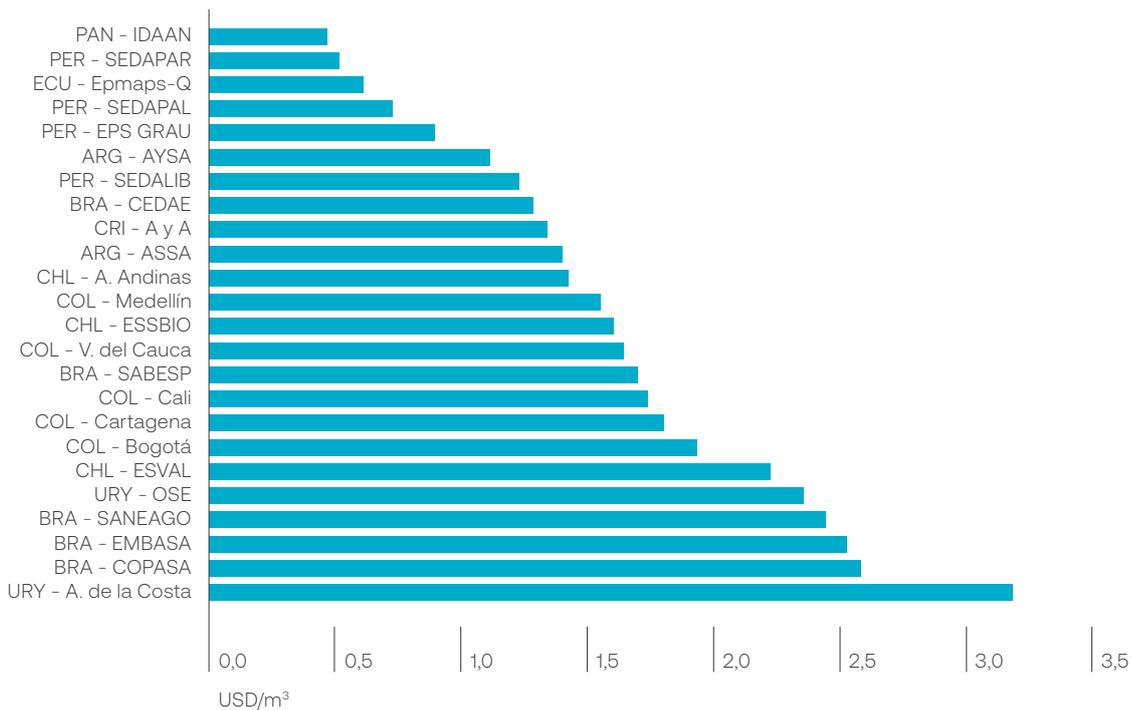
**Gráfico 23**  
**Gasto mensal com água potável de usuários residenciais para níveis de consumo de 17 m<sup>3</sup> e 100 m<sup>3</sup> (USD)**

Fonte: Elaboração com base em Brichetti (2019).



**Gráfico 24**  
**Preço por m<sup>3</sup> de água potável para usuários com níveis de consumo de 17m<sup>3</sup> (aproximadamente 200 m<sup>3</sup> anuais), 2018**

Fonte: Elaboração própria.



## Logística

A escassez de medições de desempenho do transporte de cargas de mercadorias dificulta o diagnóstico deste setor. Uma das razões para essa escassez é a interferência limitada que os governos nacionais e locais podem ter, limitando-se a estabelecer e regulamentar algumas regras básicas. No entanto, o transporte

de cargas é um serviço importante para a atividade econômica de múltiplos setores, justificando a importância de se estudar a existência de possíveis lacunas de serviços. Os boxes 1 e 2 a seguir apresentam uma breve descrição das características que deveriam ter os indicadores de lacunas de serviços na logística urbana e interurbana.

### Box 1

#### Indicadores da lacuna de serviços no transporte urbano de mercadorias

Fonte: Steer (2020).

Uma aproximação das lacunas do transporte urbano pode ser obtida considerando os principais elos de sua cadeia de valor. Desta forma, os indicadores de lacuna de serviço permitem identificar os fatores que determinam o recebimento satisfatório das cargas: tempo de entrega, custo de entrega ou proporção do custo logístico no custo total do produto ou serviço, e o estado dos produtos entregue.

Estes fatores não somente permitem analisar a lacuna de serviços em termos absolutos, mas também possibilitam comparar diferentes grupos de acordo com diferentes características. Entre elas, as sociodemográficas —por exemplo, os custos e a qualidade da entrega de medicamentos entre dois hospitais com base nas características socioeconômicas da área na qual estão inseridos—, o tipo de serviço logístico, os atores envolvidos —serviços entre empresas (*business-to-business*, ou B2B, por sua sigla em inglês) e de empresas a consumidores (*business-to-consumer* ou B2C)—, o código comercial ou industrial e o grupo ou a segmentação da população receptora, provedora ou comercializadora.

No entanto, deve-se ter em mente que a falta de informações dificulta a proposição de um cenário ideal que forneça o padrão normativo da lacuna. Este último poderia ser resolvido por uma comparação absoluta com os valores mais frequentes ou esperados de tempo, custo e especificações de qualidade de entrega medidos. Esses parâmetros podem ser encontrados em estudos como o LOGUS (SPIM-Taryet, 2019).

## Box 2

### A lacuna de serviços na logística

Finte: Capelli e Gartner (2020).

Uma proposta para a análise da lacuna de serviços é aprofundar o estudo do desempenho logístico por tipo de produto e cadeia de abastecimento. Existem antecedentes na ALC de análises de cadeias produtivas. No entanto, estes não têm sido realizados de forma sistemática e regular a nível regional.

A análise por cadeias de suprimentos envolve o estudo de todos os custos associados a operações logísticas determinadas. Uma aproximação destas características poderia resultar mais cara em termos de construção, mas é uma abordagem que permitiria identificar as necessidades associadas a uma problemática em particular e estabelecer alternativas para resolver gargalos e problemas diversos. Também permite analisar corredores específicos e comparar o desempenho logístico de produtos similares para diferentes países da região e em relação a outros países.

A análise das cadeias de alimentos de exportação no Peru (Banco Mundial, 2016) permitiu evidenciar os principais desafios de custos na logística de exportação e agrupá-los em duas grandes categorias de análises, a partir da integração das cadeias. Por um lado, as cadeias logísticas da uva e da cebola amarela estão integradas e, em sua maioria, com avanços na digitalização, principalmente as relacionadas com a simplificação de procedimentos ou ferramentas de gestão de frota. Estes avanços são importantes, visto que a logística desses produtos exige uma cadeia de frio. Por outro lado, o café, o cacau e a quinua possuem cadeias logísticas não integradas e carecem de processos digitalizados. Em cada elo da cadeia existem diferentes agentes, desde pequenos agricultores que produzem e colhem a safra, empresas para estocagem e exportadores localizados nas principais cidades do país. Em geral, essas redes não integradas terceirizam o transporte em cada etapa, recorrendo a serviços de transporte informal, que se encontram altamente fragmentados e possuem ineficiências de escala.

As vantagens da integração vertical (mais a digitalização) parecem superar as das cadeias segmentadas, visto que os produtos deste último tipo de cadeia tendem a ter custos logísticos mais elevados (entre 20% e 34%) do que os produtos com cadeia integrada, sobretudo devido à informalidade dos serviços de transporte motorizado e ao mau estado das estradas rurais (70% se encontram em mau ou muito mau estado).

Outro exemplo é a floricultura na Colômbia (CEPAL, 2016), cujo principal desafio é o sistema documental que acompanha o processo de exportação (muito burocrático para a vida útil de uma flor). Por isso, o governo colombiano priorizou a política de “Anti-Trâmites”, simplificando e digitalizando processos, conseguindo avanços importantes na redução de custos.

## Síntese das lacunas de serviço nos setores de infraestrutura

As lacunas de serviços na ALC são uma realidade nos diversos setores de infraestrutura, com predominância em dimensões pontuais, mas com agendas básicas que ainda não foram resolvidas e que geram déficits na prestação desses serviços essenciais.

Por exemplo, no caso do setor elétrico, os principais problemas parecem estar concentrados na dimensão da qualidade, com interrupções de serviço prolongadas e frequentes. Também são identificadas deficiências na dimensão das perdas do sistema, embora a composição da matriz energética desses países permita que os custos de geração não sejam elevados. Embora as tarifas médias (para usuários residenciais) sejam baixas em relação a outras regiões, como Europa ou Estados Unidos, elas representam uma porcentagem mais alta da renda. Por último, o acesso é praticamente universal, embora haja alguns atrasos nas áreas rurais. No setor de transporte urbano de passageiros, os problemas ocorrem nas três dimensões da lacuna: ampla cobertura capilar de serviços informais e, em algumas cidades, longas distâncias para acessar o serviço de ônibus, longos tempos de viagem em condições de alta ocupação (para o transporte público), condições desfavoráveis para as mulheres e uma disparidade de custos entre as cidades analisadas que, em alguns casos, pode resultar oneroso em termos de renda das famílias mais vulneráveis.

Em outros setores também existem desafios pendentes que impactam sobre as lacunas de serviço. Por exemplo, no setor de água e saneamento, o problema fundamental é o acesso (principalmente nas áreas rurais e para o serviço de saneamento), aprofundando-se ainda mais quando se considera o acesso a um serviço de qualidade. Outro problema recorrente na região é o alto índice de água não contabilizada. O custo para os usuários (em níveis de consumo baixos) situa-se na média mundial, em parte como resultado da política de financiamento do setor (receitas tarifárias x subsídios), mas com grande disparidade entre os países.

Neste contexto, a digitalização pode fornecer ferramentas que podem ser úteis para reduzir as lacunas existentes, mas também apresenta outros riscos e desafios que devem ser enfrentados para tirar proveito de suas vantagens, tema que será abordado no próximo capítulo.

# 2

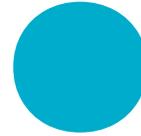
## A tecnologia digital e seu impacto nos setores de infraestrutura

### Evolução do setor de TICs e a lacuna digital

A convergência entre as indústrias de telecomunicações, eletrônica e informática vem se consolidando ao longo das últimas duas décadas. Esta aproximação foi favorecida por uma crescente disponibilidade geográfica no acesso à banda larga sem fio, uma ampla penetração de terminais móveis com grande capacidade computacional, e um custo decrescente no transporte, armazenamento e processamento de grandes volumes de dados. Uma das principais consequências desta expansão tecnológica tem sido o surgimento de

uma economia digital, onde as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) se tornaram um motor chave da inovação nos sistemas econômicos modernos.

Essas mudanças têm promovido o debate sobre o impacto das TICs nas condições de produção e no bem-estar da sociedade. Esse processo acelerado de mudança tecnológica, denominado quarta revolução industrial (Schwab, 2016), afeta a sociedade e a economia de várias maneiras. Em primeiro lugar, uma proporção maior de pessoas no mundo está usando plataformas globais de comunicação (por exemplo, redes sociais) que lhes permite se conectar, acessar e ter uma grande quantidade de novas informações. Em segundo, o acesso aos mercados é facilitado para novos produtores ou competidores (por exemplo, por meio de plataformas de comercialização e distribuição). Terceiro, os consumidores estão



cada vez mais envolvidos nas cadeias de produção e distribuição (Xu, David y Kim, 2018). Esses aspectos começam a afetar e determinar a forma como as transações comerciais são realizadas, bem como as expectativas dos consumidores em relação à qualidade dos produtos e serviços.

Tradicionalmente, a digitalização tem se concentrado nos dados gerados por pessoas, empresas, governos e nas transações que realizam entre eles. Mais recentemente, foram incorporados os dados obtidos no domínio das infraestruturas, por exemplo, através da Internet das Coisas (IoT). Esses dados são transportados por meio de redes (4G, 5G, LoRA, entre outras) são refinados, verificados e analisados por diversas tecnologias (computação na nuvem, *big data*, *blockchain*), permitindo a introdução de novos equipamentos de produção (por exemplo, robótica), automação de processos, aprendizado automático (*machine learning*) e inteligência artificial, e aprendizado profundo (*deep learning*). Paralelamente, o setor de TICs assiste a mudanças estruturais cujos efeitos imediatos são variados e, por enquanto, não de todo conhecidos.

As novas tecnologias estão multiplicando os usos potenciais das TICs, espalhando seus usos —gerando externalidades— para outros setores. Esta evolução tecnológica permite converter ativos dedicados originalmente às

TICs em insumos ou suportes para outras atividades, tão variadas como transportes, medicina, comércio, setor financeiro, segurança e também em outros setores de infraestrutura. Algumas das atividades, projetos e iniciativas que estão sendo influenciados por essas novas tecnologias são a automação industrial, cidades inteligentes, veículos autônomos (que interagem entre si e com a infraestrutura viária, incluindo caminhões, trens e até veículos aéreos) e atividades de execução remota (como cirurgias com especialistas médicos localizados fisicamente em outro lugar, usando cirurgia robótica). O Box 3 descreve as principais características da tecnologia 5G, facilitadora de muitos desses avanços.

Neste contexto, os principais atributos da digitalização são a conectividade (a disponibilidade de redes de acesso e transporte para que pessoas e objetos possam se conectar), a interoperabilidade (conexões, protocolos, plataformas e sistemas padronizados, que permitem ampliar a escala e o alcance), a descentralização (sistemas ou subsistemas para os processos de gestão e tomada de decisão), a virtualização (capacidade de conectar sistemas físicos com modelos e simulações virtuais) e as capacidades em tempo real (para facilitar os processos de tomada de decisão e gestão da infraestrutura e ativos). Sua consideração abrangente permite otimizar os benefícios para as sociedades (ver detalhes em CAF, 2020a).

**Box 3****Quinta geração de tecnologias e padrões de comunicação sem fio - 5G**

Fonte: Celani (2020)

A tecnologia 5G promete velocidades mais rápidas do que as redes 4G atuais, graças a um novo modo de gerenciamento de espectro. A 5G utiliza uma nova tecnologia de direcionamento de feixe que conecta os usuários por meio de sinais de rádio menores e direcionais (conhecida como *millimeter waves*) a partir da estação base, em vez de um sinal mais amplo enviado a todos os celulares. Isso consiste na ampliação do espectro de frequências usado para as transmissões de dados. A tabela a seguir resume as principais diferenças dessa tecnologia em relação à 3G e 4G.

**Tabela****Comparação entre tecnologias de acesso móvel**

<b>Característica</b>	<b>3G</b>	<b>4G</b>	<b>5G</b>
Largura de Banda	2 Mbps	10 a 30 Mbps com celular e até 60 Mbps para acesso fixo	Mais de 80 Mbps com celular e até 3Gbps para acesso fixo
Cobertura celular (móvel)	Até 100 km em área rural	Até 100 km em área rural	Até 80 km em área rural
Conectividade massiva	2,000 usuários por km <sup>2</sup>	2,000 usuários por km <sup>2</sup>	>200,000 usuários por km <sup>2</sup>
Latência ultrabaixa	>100ms	10ms a 100ms RTT	1ms
Ultra mobilidade	< 200 km/h	Até 350 km/h	Até 1000 km/h
Consumo de energia ultrabaixo	90% mais consumo do que uma rede 5G	90% mais consumo do que uma rede 5G	Até 10 anos de duração da bateria para dispositivos com baixa potência

Em termos de infraestrutura, a tecnologia 5G é diferente de suas antecessoras. O novo modo de radiação de feixe desta tecnologia requer uma rede de nós muito mais densa. Outra característica dessa rede é o chamado duplex completo, destinado a solucionar o problema dos sinais que transmitem dados em apenas uma direção por vez. O duplex completo permite que sinais procedentes de direções opostas sejam momentaneamente redirecionados em um mesmo canal usando interruptores de alta velocidade. Em vez de colidir, os sinais viajam em paralelo, proporcionando um tráfego mais eficiente e garantindo baixa latência. Esta propriedade é básica para IoT, pois permite o "diálogo" entre dispositivos.

Finalmente, o volume de tráfego esperado requer de respaldo de fibra óptica maior do que o de uma rede 4G. Provavelmente, os países com infraestrutura de fibra menos desenvolvida encontrem restrições ao desenvolvimento de 5G por esse motivo.

## A lacuna digital na América Latina

Uma condição necessária para que as inovações digitais comecem a ser aplicadas aos setores de infraestrutura é um alto nível de cobertura e desenvolvimento do setor de TICs. Portanto, esta subseção apresenta um diagnóstico do setor de tecnologias digitais na região.

### A lacuna entre domicílios e componentes de infraestrutura digital

O termo lacuna digital foi difundido na década de 1990, tendo sido originalmente definido como a divisão entre quem tem acesso às TICs e

quem não tem, parcial ou totalmente. A análise da lacuna digital em TICs compartilha algumas dimensões com lacunas em outros setores (transporte, energia, água, entre outros) tais como “acesso” (penetração e cobertura), custo (acessibilidade financeira) e qualidade.

A título de ilustração, a Tabela 8 reporta o índice de digitalização domiciliar elaborado pelo CAF,<sup>29</sup> no âmbito do índice de desenvolvimento do ecossistema digital (IDED, e põe em manifesto uma clara diferença (lacuna relativa) entre grupos de países desenvolvidos (OCDE, com um indicador de digitalização igual a 74,3) e os países da região (com valor médio de 50,7). No nível individual, Chile e Brasil têm uma lacuna relativa menor com países desenvolvidos, enquanto Bolívia e Paraguai se encontram no outro extremo.<sup>30</sup> Em geral, o Chile tem um bom

**Tabela 8**

**Acesso, qualidade e acessibilidade financeira nos países selecionados, 2019**

Fonte: Indicadores selecionados do CAF (2020b).

Région o país	Índice de digitalização dos domicílios	Penetração nos domicílios	Cobertura	Qualidade	Acessibilidade Financeira
OCDE	74,3	76,9	73,8	43,1	85,0
ALC	50,7	54,4	58,4	15,0	57,7
Chile	66,7	75,5	64,5	28,0	72,4
Costa Rica	63,5	68,8	59,0	14,2	74,1
Brasil	60,7	58,1	63,0	17,4	68,4
México	57,4	55,1	59,1	13,8	72,5
Argentina	55,2	73,1	67,4	22,4	45,1
Uruguai	54,4	72,1	70,6	18,5	71,0
Colômbia	52,6	55,1	62,1	12,1	56,1
Panamá	47,5	62,3	52,7	20,4	66,7
Peru	45,9	47,1	50,5	14,9	60,4
Equador	36,4	48,0	59,9	13,9	50,9
Paraguai	29,8	41,7	55,3	13,3	42,4
Bolívia	20,3	31,4	49,2	10,4	24,3

Nota: O índice de penetração nos domicílios é composto por 10 indicadores (penetração de banda larga —fixa e móvel— telefonia, TV paga, internet, aplicativos, smartphones, entre outros); o índice de cobertura pondera 7 indicadores (cobertura móvel por-2G, 3G, 4G e 5G e fixa de banda larga por fibra ótica, eletricidade ou outro tipo de cabo); o índice de qualidade consta de 6 indicadores (categorizados em velocidade de download e infraestrutura crítica); e o índice de acessibilidade financeira inclui 6 indicadores (acessibilidade de banda larga fixa e móvel, TV paga, dados móveis pré-pagos e telefonia móvel). A média da ALC corresponde a 20 países. Um subconjunto deles é selecionado nesta Tabela.

<sup>29</sup> O índice de digitalização de domicílios é uma média de 20 indicadores classificados em três categorias: penetração (adoção, propriedade do dispositivo e uso), acessibilidade financeira de serviços digitais (fixos e móveis) e adoção de plataformas B2C (redes sociais, aplicativos, comércio e serviços). Ver metodologia do Índice CAF de Desenvolvimento de Ecossistema Digital em CAF (2017) e CAF (2020b).

<sup>30</sup> Como ilustração, 67% das residências da Região tinham acesso à Internet (CEPAL, 2020).

desempenho em todas as dimensões, enquanto que o Uruguai recebe esta qualificação em penetração e cobertura, a Argentina a obtém em acesso e qualidade (mas o serviço é considerado caro para os usuários) e o Panamá tem bons indicadores de qualidade. No outro extremo, Bolívia e Paraguai apresentam indicadores baixos em todas as dimensões, somando-se o Peru com baixa cobertura e a Colômbia com baixa qualidade.

Na maioria dos países em desenvolvimento, e inclusive em alguns países desenvolvidos, os usuários de Internet nas zonas rurais possuem velocidades de conexão mais lentas. Além disso, em comparação com usuários de serviços fixos sem fio (wifi) ou por cabo, aqueles que têm

acesso à rede por meio de serviços móveis estão expostos a velocidades de banda larga comparativamente baixas, a períodos de latência e custos muito mais altos e com limites e cotas de tráfego.

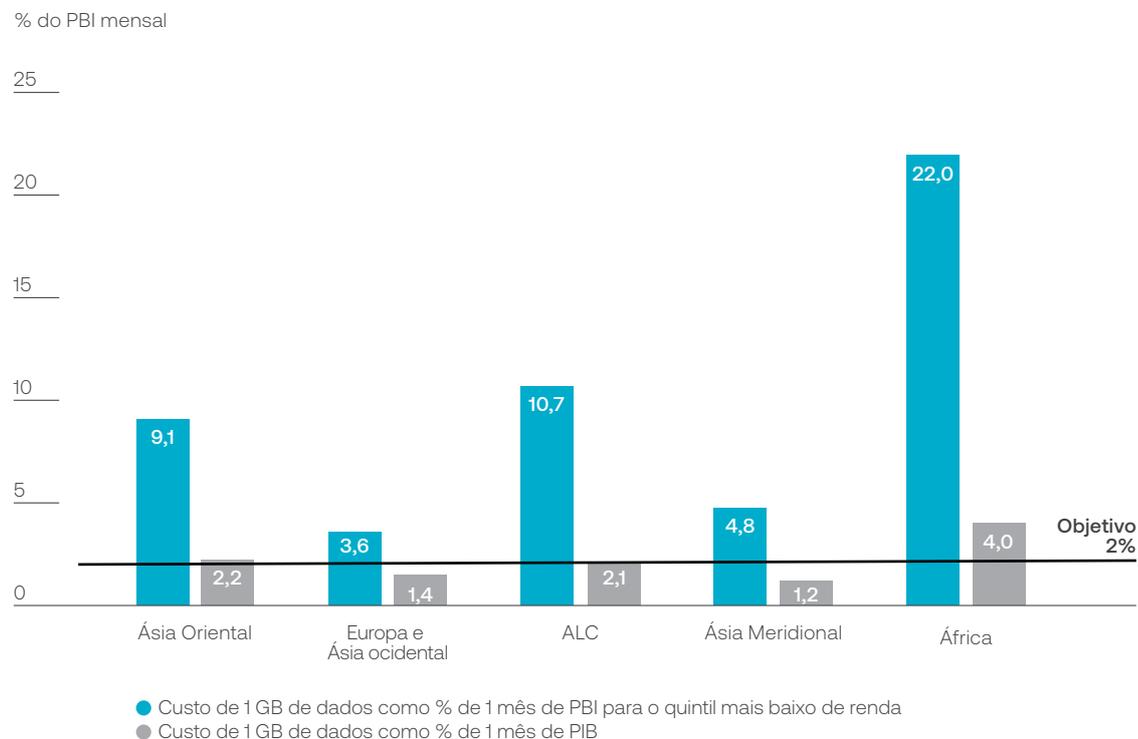
Parte da diferença na dimensão da qualidade se deve às velocidades de download. Por exemplo, a velocidade média de download da banda larga móvel é de 38 Mbps na OCDE e 21 Mbps na ALC. Na verdade, em 2019 a OCDE já tinha 20% de cobertura 5G enquanto essa tecnologia não havia sido implementada na região.<sup>31</sup>

Por fim, uma aproximação alternativa para a dimensão de acessibilidade financeira é a proporção de uma despesa padrão ou pacote

### Gráfico 25

#### Proporção do gasto com dados em relação a um mês de PBI per capita, 2018

Fonte: GSMA (2019).



Nota: O relatório não desagrega as informações por região dentro de cada país.

<sup>31</sup> CAF (2020b) destaca que, no nível empresarial, a adoção de tecnologias digitais básicas na região está alinhada com a dos países avançados, mas a digitalização da força de trabalho ainda apresenta limitações. Veja mais adiante a adoção de tecnologias disruptivas.

## A digitalização dos domicílios da região avançou muito, mas existe uma lacuna em relação aos países desenvolvidos em cobertura, qualidade e acessibilidade financeira.



de serviços em relação a uma medida de renda individual - usualmente se utiliza o PIB ou a Renda Nacional Bruta (RNB) per capita. Segundo o CAF (2020b), a assinatura mensal de banda larga móvel representa 4,6% do valor mensal do RNB per capita (em comparação com 0,8% na OCDE). Por outro lado, o Gráfico 25 ilustra as estimativas do gasto de um pacote de dados com relação à renda média e à renda do primeiro quintil da distribuição de renda. A região da América Latina tem custos elevados em comparação com a média mundial, mas muito maiores do que as demais quando se compara a população vulnerável.<sup>32</sup>

Nos últimos anos, a (relativa) lacuna digital tem sido analisada considerando aspectos socioeconômicos (Tirado, Mendoza, Marín e Mendoza, 2017). Dessa forma, podem surgir explicações mais precisas sobre a adoção, uso e aproveitamento dos serviços. Um exemplo já mencionado é a lacuna relativa na dimensão qualidade entre os usuários rurais e urbanos: se quem mora na cidade atinge um nível educacional mais elevado, provavelmente faça um uso mais intenso da Internet e precise de um serviço com maior velocidade (qualidade). Se o usuário rural tem o mesmo serviço, provavelmente o use menos ou decida não acessá-lo porque suas necessidades de serviço são satisfeitas com um plano de menor potencial.

A nova geração de indicadores baseados em índices compostos tem abordado esta questão, incorporando informações que permitem caracterizar as populações do ponto de vista demográfico e econômico. Um exemplo de índice composto foi o índice da lacuna digital (DDI, por sua sigla em inglês) surgido no âmbito do projeto SIBIS (*Statistical Indicators Benchmarking Information Society*) da União Europeia (UE), que combina quatro fatores sociodemográficos (gênero, idade, educação e renda) em relação aos indicadores ligados às TICs. Em geral, os segmentos do grupo com maior déficit relativo na área da União Europeia têm sido mulheres, pessoas com mais de 50 anos, cidadãos com baixa escolaridade (pessoas que abandonaram a escola formal com 15 anos ou menos) e grupos de baixa renda (o quartil de renda mais baixa dos entrevistados). Para a América Latina, a CEPAL (2020) indica que mais de 90% dos domicílios rurais na Bolívia, Paraguai e Peru não têm conexão à Internet, enquanto que, em países com melhor desenvolvimento digital, como Chile ou Uruguai, o déficit de acesso rural é cerca de 50%. Por sua vez, a lacuna por faixa etária é mais forte nas crianças de 5 a 12 anos e adultos com mais de 65 anos. Por fim, cerca de 33% dos domicílios da região têm acesso limitado ou nenhum acesso à Internet (percentual que aumenta para 42% para os 40% da população de renda mais baixa).

<sup>32</sup> Embora não seja o objetivo analisar um limite de acessibilidade financeira, a Comissão de Banda Larga das Nações Unidas o definiu em 2% do PIB per capita por mês para serviços de banda larga.

## Outros componentes do índice de desenvolvimento do ecossistema digital

A análise anterior esteve focada nas dimensões da lacuna de serviços correspondente à digitalização nos domicílios. No entanto, como explica o Observatório CAF de Ecossistema Digital 2020 (CAF, 2020b), o IDEED também considera a economia digital, a digitalização do Estado (que, junto com a digitalização nos domicílios, compõem o pilar vertical), e a infraestrutura digital, as políticas públicas e regulamentação, e o capital humano e a força de trabalho (que compõem o pilar horizontal). Vários indicadores dessas dimensões estão vinculados com as tecnologias disruptivas (ver exemplos no Box 4).

Existe, além disso, um subconjunto de indicadores do ecossistema digital, especialmente os relacionados ao desenvolvimento de tecnologias. Estes aparecem sintetizados, para o grupo de países da região, em comparação com os países da OCDE, na Tabela 9. O panorama completo pode ser analisado no site do Ecossistema Digital<sup>33</sup> e no CAF (2020b).

A Tabela 9 mostra, por um lado, que praticamente todos os indicadores selecionados melhoram após quase uma década, como é de se esperar em um contexto de adoção de tecnologia. Mas, por outro lado, a região não conseguiu fechar a lacuna relativa em relação aos países desenvolvidos (ilustrados neste caso pela OCDE). Na América Latina, tem havido avanços que se aplicam ao setor de usuários finais (domicílios), mas a lacuna relativa persiste por

Tabela 9

### Indicadores selecionados do índice de desenvolvimento do ecossistema digital, 2010 e 2019

Fonte: Indicadores selecionados de CAF (2020b).

	2010		2019	
	ALC	OCDE	ALC	OCDE
<b>IDEED</b>	<b>29,5</b>	<b>52,0</b>	<b>42,4</b>	<b>65,1</b>
<b>Economia digital</b>	<b>16,2</b>	<b>44,2</b>	<b>22,4</b>	<b>54,7</b>
Digitalização de processos produtivos e serviços relacionados	24,9	39,8	31,0	52,0
Adoção digital avançada				
Data center e equipamento (índice)	1,6	3,8	1,5	4,1
Penetração de conexão entre dispositivos (cada 100 hab)	1,4	2,0	7,0	25,0
Investimento em big data (índice)	3,8	5,1	3,6	5,6
Investimento na nuvem (índice)	1,2	3,3	1,4	4,4
<b>Peso de indústrias digitais</b>	<b>19,1</b>	<b>48,5</b>	<b>20,9</b>	<b>58,8</b>
Fabricação de produtos digitais (% PIB)	2,0	2,5	2,0	2,4
Gastos em publicidade digital (US\$ pc)	0,2	7,8	5,0	45,6
<b>Inovação</b>	<b>8,1</b>	<b>38,2</b>	<b>12,1</b>	<b>48,7</b>
<b>Digitalização do Estado</b>	<b>36,1</b>	<b>59,1</b>	<b>50,6</b>	<b>71,5</b>
<b>Trâmites e serviços</b>	<b>39,4</b>	<b>68,7</b>	<b>39,6</b>	<b>68,9</b>
Tempo para processamento aduaneiro (índice)	2,4	3,5	2,5	3,6
Facilidade de comércio transfronteiriço (índice)	62,5	91,0	69,8	91,7
<b>Plataformas de governo eletrônico</b>	<b>21,1</b>	<b>37,7</b>	<b>54,2</b>	<b>70,9</b>
<b>Transparência governamental</b>	<b>47,8</b>	<b>70,9</b>	<b>58,1</b>	<b>74,6</b>

33 O site é acessível para link em [https://www.caf.com/app\\_tic/](https://www.caf.com/app_tic/)

## Box 4 Desenvolvimento de tecnologias disruptivas

Fonte: CAF (2020a).

Dado o dinamismo do setor de TICs, não deveria ser surpresa que constantemente apareçam novas tecnologias ou adaptações das existentes, cada uma com um diferente potencial de aplicação no resto da economia. A seguir, são enumeradas as principais tecnologias que se encontram em pleno processo de crescimento e evolução.

- Internet das coisas (IoT): Sistema no qual a totalidade dos dispositivos (infraestruturas, veículos, máquinas e outros elementos eletrônicos) estão interconectados graças a uma ou várias redes para gerar e compartilhar dados.
- Computação na nuvem: Acesso a funcionalidades e aplicativos de computação sob demanda, permitindo soluções em escala exponencial e novos modelos de pagamento por uso.
- Cadeia de blocos (*blockchain*): Tecnologia que utiliza algoritmos para facilitar o registro de transações de forma indiscutível, sem a necessidade de recorrer a um intermediário ou a uma administração central.
- *Big data*: Uso de grandes volumes de dados altamente voláteis e valiosos (dados estruturados, dados de sensores, áudio, vídeo, mídia social) para a construção de soluções inteligentes.
- Automação robótica de processos (ARP): Tecnologia baseada em *software* programado, que substitui os humanos realizando tarefas manuais e repetitivas baseadas em regras, mediante a automatização de processos.
- Impressão 3D: Tecnologia que permite a produção eficiente de produtos tridimensionais únicos, onde e quando sejam necessários.
- Inteligência artificial: Sistemas cognitivos que combinam o aprendizado automático com a capacidade de interagir por meio de linguagem natural e criar conhecimento a partir de dados.
- Plataformas digitais: O uso de tecnologia digital para conectar pessoas em novas e poderosas formas.
- Robótica e drones: Tecnologias que substituem o trabalho humano em larga escala, não só para tarefas rotineiras, mas cada vez mais para a prestação de serviços.

Estas tecnologias têm possibilitado o surgimento de novos modelos produtivos ou organizacionais como, por exemplo, a cocriação (que consiste em iniciativas que reúnem as partes para criar em conjunto um produto de valor, com grande potencial em cidades inteligentes), as compras em massa (que busca obter serviços, ideias ou conteúdo solicitando contribuições de um grande grupo de pessoas, e especialmente de uma comunidade online, no lugar de pedir a empregados ou fornecedores tradicionais), ou a economia compartilhada (que usa tecnologia da informação como meio de reunir a oferta e a procura de bens, serviços ou informações).

atrasos em outros componentes. Por exemplo, desenvolvimentos tecnológicos disruptivos relacionados à digitalização dos processos produtivos (como data centers ou investimento em big data) evoluíram junto com os países avançados, mas outros desenvolvimentos (como a interconexão de dispositivos, conhecida pela sigla M2M) aconteceram muito mais lentamente. Outros elementos que ilustram o atraso relativo na região são a taxa de inovação tecnológica e a promoção da publicidade digital. Por fim, destaca-se o papel do Estado na adoção da digitalização, contribuindo para a redução da lacuna, tanto absoluta quanto relativa (principalmente por medidas que melhoram a transparência do Estado, e certa facilidade para realizar operações de comércio transfronteiriço, sem melhorar a complexidade dos procedimentos aduaneiros).

## Outras tendências setoriais em energia elétrica e transporte urbano

Muito antes das mudanças e acelerações no setor digital produzidas pela crise causada pela doença do coronavírus (COVID-19) em 2020, outras tendências puderam ser observadas nos setores de infraestrutura priorizados neste relatório (energia elétrica e transporte urbano). Essas tendências acompanham e, em certo sentido, complementam o avanço da digitalização.

Esta seção repassa essas tendências setoriais e, em seguida, realiza uma análise conjunta em cada setor priorizado (duas seções seguintes). Desta forma, podem ser antecipados os modelos de negócios resultantes dessas mudanças e suas implicações regulatórias, de investimento e de política.

## Energia elétrica: eletrificação dos serviços e descentralização da produção e consumo

No setor elétrico, além da tendência de digitalização que será discutida mais adiante, podem ser observadas mudanças referentes à eletrificação de determinadas atividades e setores e à descentralização dos padrões de produção e consumo.

A eletrificação de setores específicos da economia (transporte, eletrodomésticos, etc.) é uma dessas tendências que podem ser a chave para atingir as metas de descarbonização requeridas para cumprir as metas climáticas dos ODS. Há vários anos, algumas atividades mudaram o uso de fontes de energia poluentes para a energia elétrica (por exemplo, cocção e calefação elétrica). A eletrificação no transporte, seja em veículos particulares ou em veículos de transporte público, é menos difundida, mas representa grandes oportunidades para otimizar o uso da rede (principalmente se incluída a possibilidade de armazenamento distribuído) e para acelerar os benefícios ambientais.<sup>34</sup>

Outra tendência recente do setor é a descentralização de certas atividades ao nível dos usuários finais, permitindo-lhes um papel mais ativo no setor, inovando na geração e armazenamento distribuído e resposta da demanda. Este avanço se complementa com o das energias renováveis não convencionais (ERNCs), que incluem fontes eólicas, solar, biomassa, biogás e pequenos geradores hidrelétricos com capacidade inferior a 50 MW,<sup>35</sup> alguns dos quais adaptados para a produção em pequena escala (especialmente as solares).

As ERNCs ganharam relevância no setor à medida que seus custos caíram e que a percepção do impacto do uso de combustíveis fósseis nas mudanças climáticas tornou-se evidente. Com exceção da biomassa, essas fontes de energia têm custo zero de geração.

<sup>34</sup> Para que essa transição alcance benefícios ambientais, se deve cumprir que o ciclo de vida dos veículos elétricos —incluindo, por exemplo, baterias— e a geração incremental de eletricidade para seu funcionamento devem ser menos poluentes do que o ciclo de vida e o combustível usado pelo transporte substituído. Por exemplo, se a geração marginal de eletricidade é feita com fuelóleo ou com carvão, a troca de um carro que queima a gasolina por um elétrico não necessariamente produz esses benefícios. O mesmo se aplica à calefação com eletricidade se esta substituir a calefação com gás natural (nos países onde é viável).

<sup>35</sup> As pequenas geradoras hidrelétricas (com capacidade inferior a 50 MW) são tratadas de forma diferente das barragens hidrelétricas (chamadas de energias renováveis convencionais ou renováveis).

A participação dessas novas fontes de energia cresceu rapidamente em alguns países da região. A geração de ERNCs em 2017 representava 46% da geração total no Uruguai (após os pesados investimentos feitos no setor, principalmente em energia eólica), 41% em El Salvador, 22% na Costa Rica, 13% no Chile e 9% no Brasil (ver Tabela 10). Em outros países da América Latina, a participação das fontes renováveis vem crescendo, embora seja provável que seu avanço enfrente desafios no médio prazo devido à abundância de energias convencionais (como no caso do Paraguai e Costa Rica com hidroeletricidade, ou da Argentina e Bolívia com geração baseada em combustíveis fósseis abundantes).<sup>36</sup>

**Tabela 10**  
**Porcentagem de energia renovável em potência e geração, 2017**

Fonte: Fischer (2020).

País	Potência		Geração	
	Renovável	ERNC	Renovável	ERNC
Uruguai	82%	48%	98%	46%
El Salvador	56%	29%	74%	41%
Costa Rica	86%	17%	98%	22%
Chile	45%	16%	43%	13%
Brasil	82%	18%	81%	9%
Panamá	64%	11%	72%	6%
México	25%	10%	16%	6%
Peru	43%	3%	51%	2%
Bolívia	36%	6%	26%	1%
Colômbia	70%	0%	87%	1%
Argentina	32%	1%	31%	0%
Paraguai	100%	0%	100%	0%

Notas: A potência é a medida da capacidade de geração em um determinado momento (medida em MW). A geração corresponde ao total de energia gerada em um período de tempo (por exemplo, GWh em um ano). Países ordenados em ordem decrescente de geração com ERNCs. Dados de 2017 ou ano mais recente.

Como a velocidade de instalação das energias renováveis eólica e solar é rápida, os percentuais podem mudar em poucos anos. Por exemplo, a capacidade das ERNCs no Chile aumentou de 16% em 2017 para 22% (5.293 MW) em 2019 e deve aumentar em mais de 50% (2.973 MW) até o final de 2021, considerando os projetos em fase de construção.

No entanto, as condições atuais sugerem que a geração em pequena escala com custo competitivo ainda não foi desenvolvida. Por exemplo, o custo nivelado da energia solar em escala residencial é quatro vezes maior do que a energia solar em grande escala (ver Tabela 11).<sup>37</sup> Embora os valores da tabela não incorporem o custo de transmissão, essa economia não compensa o maior custo de investimento.<sup>38</sup>

Apesar dessas diferenças, Europa, Estados Unidos e Canadá têm expandido a geração distribuída<sup>39</sup>, graças à existência de subsídios à sua instalação ou à sua energia, e a capacidade de armazenamento encontra-se em fase incipiente. Esse componente do setor terá maior dinamismo à medida que o custo das baterias diminua com o tempo. Embora existam instalações distribuídas na América Latina, estas se encontram localizadas em áreas isoladas e com baixa qualidade de serviço, em coberturas de empresas onde pode ser economicamente conveniente, ou devido a convicções ideológicas (Fischer, 2020). Talvez por esse motivo, o crescimento da geração distribuída não convencional tenha sido limitado. Por exemplo, após a aprovação da Lei de Geração Cidadã no Chile, o número de instalações cadastradas atingiu 4.765 (em outubro de 2019), somando quase 29 MW de potência e crescendo a uma taxa de 1-2 MW por mês. No Brasil, a disponibilidade de geração distribuída renovável não convencional atingiu 766 MW em 2019 em mais de 72 mil instalações, gerando 896 GWh. Em ambos os países tratam-se valores de valores menores, próximos a 1 por mil da capacidade instalada e da geração. Tendo em vista os custos dessas tecnologias, é provável que, se os países

<sup>36</sup> Na Bolívia, a redução na produtividade das jazidas de gás natural poderia mudar os objetivos de política energética no futuro.

<sup>37</sup> O custo nivelado de geração de eletricidade com uma tecnologia é o valor econômico que inclui todos os custos ao longo da vida útil do projeto: o investimento inicial, operação e manutenção, custo de capital e insumos, se aplicável.

<sup>38</sup> Como referência, o custo de transmissão nos EUA representa 20% dos custos de transporte e administração do sistema (que não inclui o custo de geração), ou menos de US\$ 10/MWh (Energy Institute, 2018). Na Inglaterra, o custo de transmissão representava 4,5% do valor final ao consumidor em 2016/17 (National Grid, 2020). Ressalta-se que as energias renováveis em larga escala levam a um aumento da demanda por transmissão e, portanto, de seus custos.

<sup>39</sup> Por geração distribuída entende-se a geração de energia elétrica, principalmente a partir de fontes renováveis, por meio de plantas de pequena escala localizadas próximas ao ponto de consumo, o que representa uma mudança de paradigma no que diz respeito à geração de energia centralizada.

**Tabela 11**  
**Custo nivelado de energia por tipo, 2019.**

Fonte: Lazard (2019).

<b>Tecnologia</b>	<b>Min (USD/MWh)</b>	<b>Max (USD/MWh)</b>
Solar Fotovoltaica – Residencial	151	242
Solar Fotovoltaica – Teto comercial e industrial	75	154
Solar Fotovoltaica – Comunitário	64	148
Solar Fotovoltaica – Cristalino, grande escala	36	44
Solar Fotovoltaica – Película fina, grande escala	32	42
Solar Térmica com armazenamento	126	156
Geotérmica	69	112
Eólica – Terrestre	28	54
Eólica – Marinha (apenas a média)	89	89
Gas de ponta	150	199
Nuclear	118	192
Carvão	66	152
Gas Ciclo combinado	44	68

da América Latina buscam expandir a geração distribuída, devem adaptar os esquemas de remuneração às redes de distribuição e subsidiar a geração residencial para estimular a instalação dessas tecnologias.<sup>40</sup>

Se os veículos elétricos se massificam, os domicílios também poderiam prestar serviços de armazenamento, o que se denomina serviços bidirecionais de veículo para rede (*vehicle-to-grid* ou V2G por sua sigla em inglês). Um carro elétrico normal tem uma capacidade de armazenamento que permite um consumo de pelo menos 20-25 kWh. Considerando um consumo residencial médio por pessoa de aproximadamente 1,3 kWh por dia (valores para a Colômbia) ou 2 kWh por dia (valores para o Chile e Argentina), a energia armazenada por um carro elétrico garante o consumo da casa de 3 pessoas por entre três e seis dias dependendo do país considerado (entre dois e cinco dias para uma casa de 4 pessoas). Ou seja, uma casa com um carro elétrico e conexões bidirecionais adequadas pode garantir o fornecimento de eletricidade durante uma interrupção de curto prazo tanto

para a casa como para outros na rede. Da mesma forma, um veículo elétrico pode fornecer serviços de estabilização de frequência no nível de distribuição. Todos esses serviços são valiosos para o sistema.

A descentralização no setor elétrico pode surgir a partir da eficiência energética, além da geração distribuída (Astarloa *et al.*, 2017). Este conceito refere-se aos esforços realizados pelos diferentes agentes do setor elétrico no sentido de reduzir o uso de energia provendo os mesmos serviços. A eficiência energética vem ganhando relevância na política energética desde os anos noventa. Alguns exemplos latino-americanos documentados em Cont e Barril (2012) são a Argentina, onde se introduziu o Programa Nacional para o Uso Racional e Eficiente da Energia (PRONUREE) no ano de 2007, cujos objetivos incluíam a realização de atividades destinadas a conscientizar e educar a sociedade sobre a importância da eficiência energética; e o Brasil, onde foram realizados diversos projetos relacionados com a sinalização eficiente no uso de energia (“Luz para Todos”, eficiência energética em repartições públicas, etc.).

<sup>40</sup> Os subsídios à geração renovável em pequena escala para promover objetivos ambientais podem ter efeitos na alocação de recursos (devido à distorção de preços), fiscais (dependendo de como os subsídios são financiados) e distributivos (em particular, regressivos, se aqueles que se beneficiam desses subsídios são usuários de alta renda). Sobre este último efeito, ver a referência na subseção “Políticas Ambientais” do Capítulo IV.

## Transporte urbano: urbanização e mudanças climáticas

Nas áreas urbanas, existem outras tendências que avançam em paralelo com a digitalização e que também representam mudanças substanciais no transporte urbano, tanto público quanto privado: a crescente urbanização e a preocupação com as mudanças climáticas.

A crescente urbanização e o tamanho das cidades são fatores importantes porque são as áreas onde o transporte de passageiros está majoritariamente concentrado. Com o crescimento populacional das cidades, aumenta a utilização dos serviços de transporte e, conseqüentemente, suas externalidades.

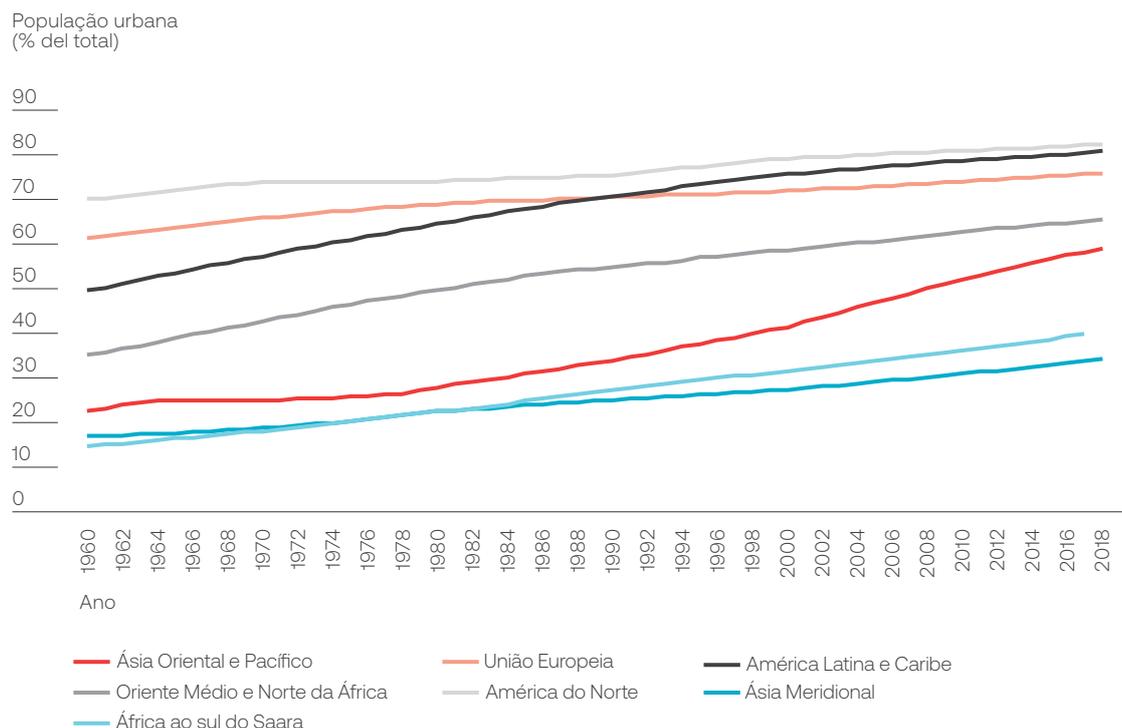
Nos últimos 60 anos, observou-se um aumento na proporção da população residente em áreas urbanas em todas as regiões do mundo. Como ilustra o Gráfico 26, regiões como o Sudeste Asiático (ou Ásia Oriental e o Pacífico) passaram

de uma proporção de 20% da população vivendo em cidades em 1960 para quase 60% em 2018. A região da América Latina e Caribe acompanhou as tendências de crescimento urbano do Sudeste Asiático, atingindo taxas de população residente em cidades ligeiramente acima de 80%, ocupando o lugar de segunda região mais urbanizada do mundo, depois da América do Norte.

Por sua vez, as cidades da região são as mais densas do mundo, mas não necessariamente aproveitam os benefícios dessa aglomeração (em termos de produtividade), ao invés disso sofrem as externalidades relativas (congestionamento e poluição) relacionadas ao transporte (Daude et al., RED 2017). Por outro lado, quando as cidades crescem em extensão, os impactos são diferentes, principalmente em termos de custos para prestar um serviço a toda a população, gerando problemas de acessibilidade e elevados tempos de deslocamento. Por fim, o Gráfico 27 mostra que as pequenas e grandes cidades da região continuarão crescendo, ampliando geograficamente os desafios aqui planteados.

**Gráfico 26**  
Evolução da população urbana em várias regiões do mundo

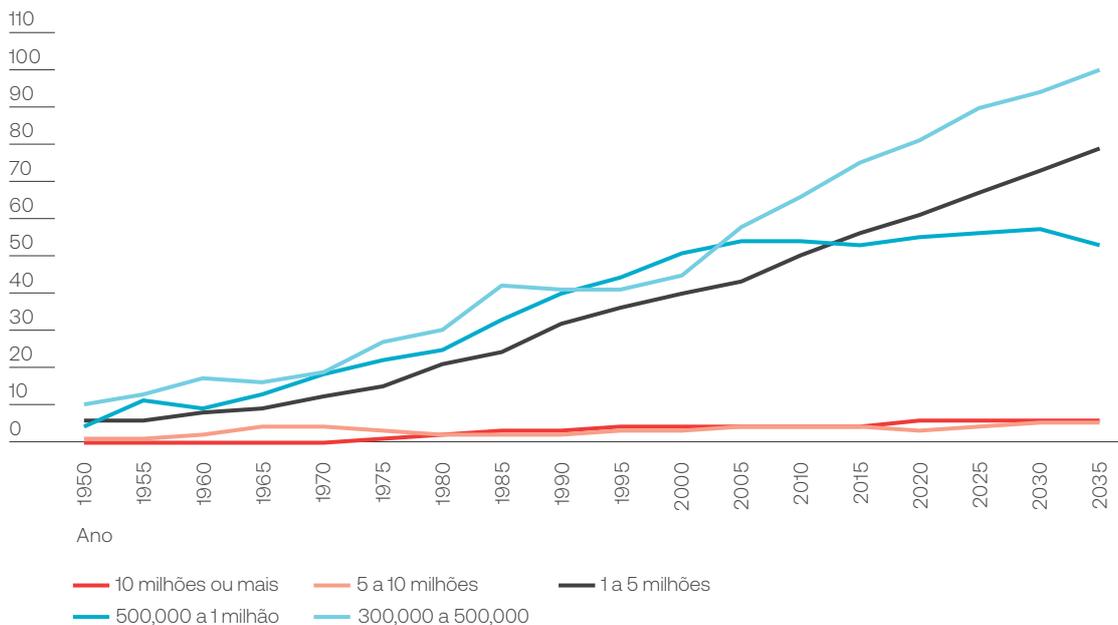
Fonte: Steer (2020), com base em dados do Banco Mundial.



### Gráfico 27 Expectativa de evolução do número de cidades ou aglomerações urbanas por tamanho da população

Fonte: Steer (2020), com base em dados do Banco Mundial.

Número de cidades  
ou aglomerações urbanas



Segundo dados do Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (2018a), se esperava que em 2020 a população urbana da área continental da América Latina superara os 507 milhões de habitantes, distribuídos em grupos de cidades conforme mostrado na Tabela 12.<sup>41</sup>

Outra preocupação relevante na atualidades são as mudanças climáticas, o que se vê refletido nos ODS (objetivo número 13). O transporte tem um efeito importante sobre as emissões de gases de efeito estufa, chegando a representar nos últimos entre 25% e 35% do

total das emissões, dependendo do país.<sup>42</sup> É por esta razão que ganham relevância medidas que tendam a reduzir o trânsito e a promover tecnologias mais limpas.

A promoção da utilização dos transportes públicos está em linha com o primeiro tipo de medidas, tendo em vista que o incremento do número de passageiros por veículo permite reduzir o tráfego e as emissões por pessoa. Com menos impacto, a promoção de viagens compartilhadas tem o mesmo efeito que o transporte público, desde que não haja substituição no seu uso. Além disso, a mobilidade

<sup>41</sup> A definição do que constitui uma aglomeração urbana, uma cidade ou área metropolitana é complexa e difícil de definir e aplicar. Para esta análise, a definição depende da área de estudo ou da realização da pesquisa, pois se limita às áreas incluídas nos processos amostrais, que não obedecem necessariamente a lógicas político-administrativas ou de associação de municípios. Por exemplo, a última pesquisa realizada em Buenos Aires foi aplicada à Área Metropolitana de Buenos Aires, ou a de Bogotá foi aplicada a Bogotá e 18 municípios vizinhos que não estão registrados em nenhuma agregação político-administrativa. Recentemente, foram realizadas aproximações com base na intensidade da luz noturna, capturada por imagens de satélite. Portanto, recomenda-se cautela no uso dessas informações para usos alternativos. Para ampliar a discussão sobre a definição e delimitação do que é uma cidade, ver Daude et al. (RED 2017).

<sup>42</sup> Dependendo das fontes: United States Environmental Protection Agency (EPA, s.f), Agência Europeia do Meio Ambiente (2019) e World Resources Institute.

**Tabela 12**  
**Tamanho, quantidade e população de cidades da América Latina**

Fonte: Steer (2020) com base em dados das Nações Unidas.

Categoria de tamanho	Tamanho (habitantes)	Quantidade de cidades*	População urbana projetada 2020	Porcentagem da população por categoria
Megacidades	10 milhões ou mais	6	94.134.758	18,6%
Cidades muito grandes	Entre 5 milhões e 10 milhões	3	18.031.132	3,6%
Cidades grandes	Entre 1 milhão e 5 milhões	61	125.874.415	24,8%
Cidades médias	Entre 500.000 e 1 milhão	55	40.223.210	7,9%
Cidades pequenas	Entre 300.000 e 500.000	81	31.269.789	6,2%
Cidades muito pequenas	Menos de 300.000	Informação não disponível	197.643.064	39,0%
<b>Total</b>		<b>206*</b>	<b>507.176.368</b>	<b>100,0%</b>

Notas: Os dados são apresentados por aglomerações urbanas ou áreas metropolitanas, não por fronteiras políticas ou administrativas. \*Somam-se as cidades identificadas com tamanho superior a 300.000 habitantes.

em bicicletas e caminhadas tem ganhado destaque nos últimos anos, alinhada aos modelos de mobilidade sustentáveis.<sup>43</sup> Conforme relatado por Rivas et al. (2019), a participação modal da bicicleta e das caminhadas aumentou de 32% para 36% em um período de aproximadamente 15 anos nas cidades analisadas.<sup>44</sup>

Em relação ao segundo tipo de medidas, os veículos elétricos, tanto privados como públicos, utilizam tecnologias mais limpas do que os tradicionais com motores a combustão, contribuindo para a redução das emissões. No entanto, a promoção da utilização de veículos elétricos privados pode gerar uma externalidade negativa devido ao aumento do congestionamento, se substituírem o uso do transporte público. Em qualquer caso, o efeito líquido das mudanças que promovem a eletrificação sobre as emissões de gases de efeito estufa depende do impacto final que elas têm no consumo final de energia e no *mix* da matriz energética do país.

## A digitalização no setor elétrico: redes elétricas inteligentes

A rede elétrica tradicional é composta por um conjunto de linhas de transmissão, subestações, transformadores, linhas de distribuição e equipamentos que permitem mover a energia elétrica das unidades geradoras até os consumidores. Essa tecnologia praticamente se manteve inalterada nos últimos cem anos. Com o surgimento da nova economia digital, abre-se a oportunidade de redefinir um novo conceito de rede elétrica, para atender consumidores e geradores num contexto em que os serviços prestados podem ser de maior qualidade e complexidade (por exemplo, sujeitos a um maior automação, permitindo a tomada de decisões em curtos períodos de tempo e inclusive em tempo real). Essa rede é chamada de Rede Elétrica Inteligente (REI).

<sup>43</sup> O CAF promove diversos planos de mobilidade sustentável em cidades da América Latina, onde busca desenvolver um sistema de transporte mais competitivo, equitativo e inclusivo, seguro e ambientalmente sustentável.

<sup>44</sup> Nem todas as cidades mostram um aumento neste modo. As cidades consideradas no estudo são Santiago (passou de 23% em 1991 a 41% em 2012), Bogotá (21% em 2005 a 29% em 2015), Rio de Janeiro (22% em 1994 a 33% em 2012), São Paulo (estável em 37% em 1997 e 2012), Belo Horizonte (40% em 1995 a 38% em 2012) e Montevideu (43% em 2009 a 36% em 2016).

A digitalização no setor elétrico está transformando o funcionamento dos sistemas por meio da automatização e da comunicação entre os diversos segmentos da cadeia produtiva (geração, transmissão, distribuição e comercialização). Por exemplo, as novas tecnologias já estão sendo utilizadas para a programação e execução do setor, para a identificação e resolução de falhas, entre outros usos técnicos. No entanto, o impacto mais importante da digitalização não se encontra nas melhorias que traz ao funcionamento atual do setor, mas sim no impacto que provoca na organização industrial, especificamente na configuração dos mercados elétricos e na forma como são efetuadas as transações.

Do ponto de vista tecnológico, a REI é uma adaptação da rede elétrica que agrega capacidade de comunicação bidirecional, inteligência artificial e modernos sistemas de controle, inclusive contra ciberataques (Dileep, 2020).<sup>45</sup> Em outras palavras, uma REI é basicamente a superposição de uma rede física de eletricidade com um sistema de informação que liga os equipamentos e os componentes da rede aos sensores das plataformas dos consumidores. Isso permite melhorar a confiabilidade, segurança e eficiência (tanto econômica como energética) do sistema elétrico desde os geradores tradicionais, passando pelas redes de transmissão e distribuição, até os consumidores finais, com um número crescente de geração em pequena escala (localizada dentro das áreas das redes de distribuição) e recursos de armazenamento (U.S. Department of Energy, 2010 e 2018).

As REIs aproveitam as vantagens oferecidas pelas tecnologias modernas para transformar a rede atual em uma que facilite a administração do sistema e as ações de controle autônomo para aumentar a confiabilidade e a resiliência a falhas de diferentes componentes da rede. A aplicação das novas tecnologias também ajuda a melhorar a eficiência na gestão dos ativos de rede, integrar o sistema com fontes de energia renováveis e desenvolver a comunicação em tempo real entre os consumidores e as empresas para obter maior eficiência e qualidade de serviço. A Figura 1 apresenta o fluxo de comunicações e energia elétrica que interliga os produtores, redes de transmissão e distribuição e consumidores em uma REI.

A geração inclui operadoras de energia convencional e de fontes renováveis. O componente de transmissão e distribuição consiste em subestações e centros de controle conectados com sensores (fibra ótica, redes sem fio, IoT). O centro de controle inclui interconectores (*switches*), medidores e elementos técnicos que são gerenciados com os processos automatizados e software da REI. O componente de consumidores incorpora a geração com energias renováveis, carros elétricos e medidores inteligentes. Os medidores inteligentes, por sua vez, são as interfaces que permitem gerenciar os dispositivos e ativos inteligentes dos usuários. A descrição anterior pode ser complementada com outras fontes de informação (que permitem realizar previsões de demanda, clima, preços, etc.), normalmente utilizadas na modalidade tradicional, mas que podem ter um valor adicional sob a nova modalidade de rede.

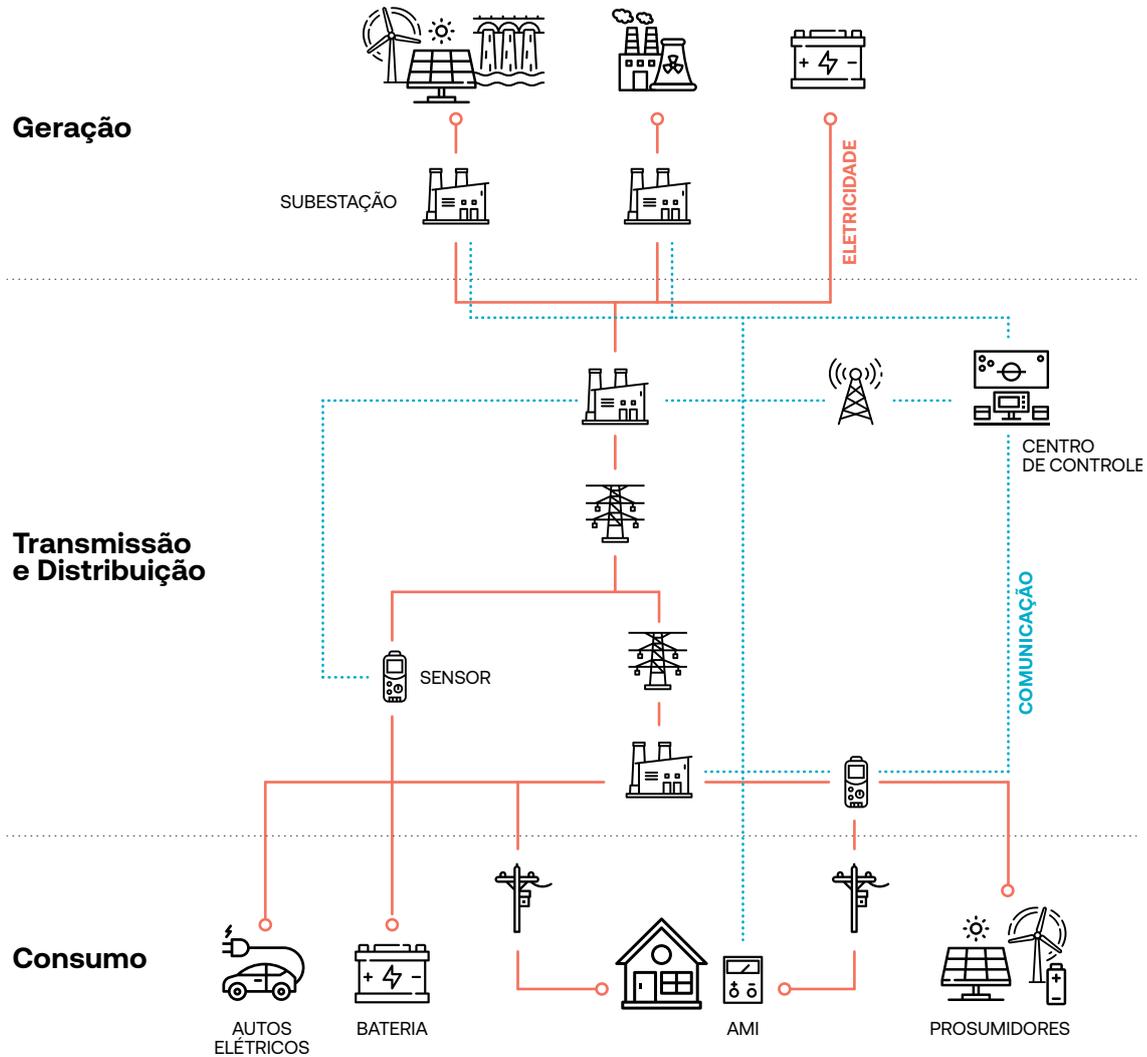
A demanda pode adotar uma postura ativa se forem implementados mecanismos de incentivos baseados em preços dinâmicos. Por sua vez, os centros de controle estão localizados em pontos da rede que lhes permite fornecer previsões de energia aos geradores e previsões de preços ou tarifas aos consumidores. As redes de comunicação que estariam presentes são redes de área local (LAN, por sua sigla em inglês, que permitem a comunicação dentro de casa para os consumidores), as redes privadas (estabelecidas por empresas de serviço) e a rede de Internet (fornecida por um provedor de serviços de Internet – ISP, pela sua sigla em inglês – externo). A combinação desses três tipos de redes permite a comunicação bidirecional entre as empresas elétricas e os usuários. Assim, a estrutura da REI pode ser dividida em quatro entidades: coletores de dados internos (ou seja, sensores na rede e medidores inteligentes localizados nos pontos de consumo); as empresas prestadoras de serviços elétricos e centros de controle; os geradores elétricos e as fontes de informação externas. Este último grupo, embora não pertença à REI, fornece informações úteis para o seu funcionamento.

Atualmente, o grau de implantação e extensão das REIs em diferentes países é heterogêneo. O Gráfico 28 apresenta os componentes de tecnologia que contribuem para o desenvolvimento de uma REI de grande alcance.

<sup>45</sup> O autor fornece uma revisão histórica do conceito de REI. Veja a referência para detalhes.

Figura 1  
Estrutura básica de uma REI (fluxo de energia e comunicação)

Fonte: Elaboração própria.



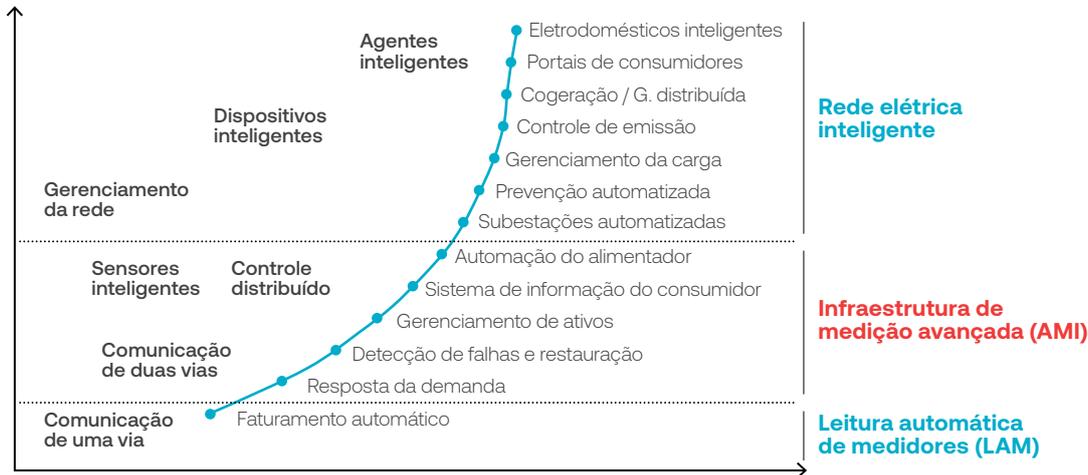
Nota: AMI (Infraestrutura de Medição Avançada).

A utilização da leitura automática de medidores não altera necessariamente a essência do sistema tradicional, já que, como neste, pode ser organizado como comunicação unilateral. Portanto, não se considera como parte da REI porque não permite uma resposta da demanda em tempo real. Com a utilização da infraestrutura de medição avançada (AMI), se possibilita a comunicação bidirecional, com diferentes níveis de intensidade de uso, desde respostas de demanda, gerenciamento de ativos ou detecção de falhas até automação de alimentadores.

A REI propriamente dita começa a ganhar identidade com as subestações automatizadas e aumenta em sofisticação na medida em que são implantados o manuseio de cargas, geração distribuída, dispositivos inteligentes, etc. Os medidores bidirecionais são essenciais para a implantação de uma rede inteligente, e são eles que permitem que os consumidores se comportem tanto como produtores quanto como consumidores (prosumidores). Além disso, essas redes permitem que os custos associados à leitura e faturamento diminuam.

**Gráfico 28**  
**Desenvolvimento e investimentos em uma REI**

Fonte: Dileep (2020).



Mediante os sistemas de AMI, se pode coletar informação instantânea sobre a demanda individual e agregada. Essa informação é útil para os consumidores, que podem tomar decisões em tempo real sobre seu consumo de eletricidade. Entre seus componentes, os sistemas AMI incluem medidores inteligentes, redes domésticas automatizadas, termostatos inteligentes, redes de comunicação de medidores a concentradores de dados locais, sistemas de gerenciamento de dados de medidores e dados adicionados a plataformas de software (Dileep, 2020). Os medidores inteligentes também permitem determinar a quanto chegam e onde são as perdas não técnicas (por furto, principalmente), o que permite que as mesmas sejam reduzidas (Donato, Carugati e Strack, 2017).

Por outro lado, o desenvolvimento da IoT promete uma expansão no uso de dispositivos inteligentes em ambientes fechados (*behind the meter*). Esses aparelhos podem se comunicar e compartilhar dados e consomem eletricidade. A tecnologia de dados nesses artefatos pode melhorar a experiência do consumidor em várias dimensões: serviços personalizados ao consumidor, gerenciamento automatizado de demanda, informações sobre consumo por dispositivo, entre outros benefícios. Essas tecnologias internas seriam acopladas à REI, potencializando seus efeitos no sistema, como o controle da tensão da rede e a coleta de dados úteis para detecção automática de potenciais interrupções, eficiência energética e projeções de demanda (Astarloa *et al.*, 2017).

## Evolução da digitalização no setor elétrico na América Latina: obstáculos e riscos

O grau de desenvolvimento das REIs na ALC ainda é relativamente baixo em comparação com outras regiões do mundo, especialmente Europa e Estados Unidos. No entanto, as empresas envolvidas no desenvolvimento das REIs em países desenvolvidos também estão presentes na ALC. Para analisar o grau de convergência entre o setor de energia elétrica e a nova economia digital, são revisados indicadores relacionados aos componentes da REI: as AMIs, o armazenamento e os veículos elétricos (EVs), e o gerenciamento da demanda.

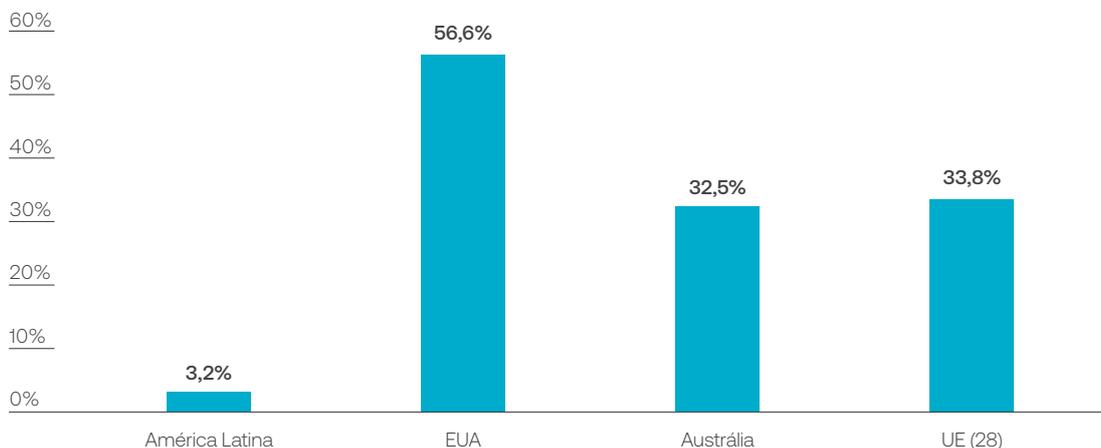
### Lacunas em componentes da REI

#### Infraestrutura de medição inteligente

Uma parte considerável dos investimentos em infraestrutura digital em nível global tem sido destinada a medidores inteligentes. O Gráfico 29 mostra a penetração de medidores inteligentes na América Latina, Estados Unidos, Austrália e União Europeia. A implantação destes dispositivos na região ainda não tem um lugar relevante.

**Gráfico 29**  
**Lacunas em medidores inteligentes. ALC, EUA, Austrália e UE, 2018**

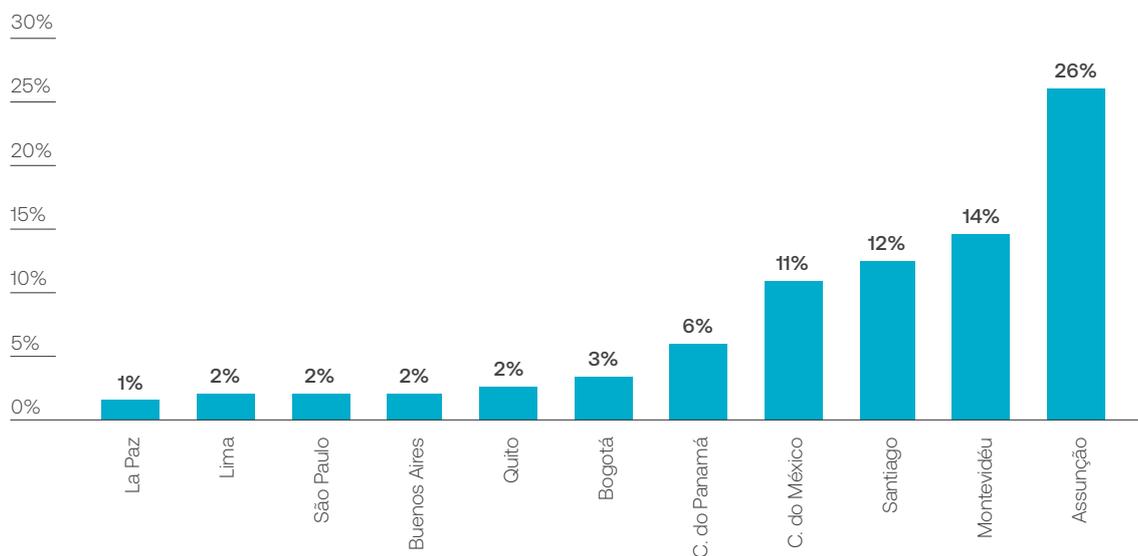
Fonte: GPR Economia (2020).



Notas: O dado da EU (28 países) reflete a quantidade de medidores inteligentes sobre o total de medidores. Os dados da ALC, EUA e Austrália apresentam a quantidade de medidores inteligentes sobre a quantidade de clientes. Para ALC, se utilizam os dados das principais distribuidoras.

**Gráfico 30**  
**Porcentagem de pessoas que possui um medidor inteligente em casa**

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da ECAF 2019 para as principais cidades de cada país.



Ao analisar as principais cidades latino-americanas, se percebe, a partir da ECAF 2019, que 7,5% dos usuários declaravam possuir medidor inteligente em casa, que, na maioria das vezes, foi fornecido pela empresa de energia elétrica. Dentro da região também se observam

diferenças na penetração destes aparelhos (ver Gráfico 30). Em Assunção se registra a maior implantação deste tipo de medidores (de 26%), como resultado de uma política de investimentos da distribuidora ANDE para melhorar a qualidade do serviço e reduzir perdas não técnicas. Embora

não haja análise de causalidade para o caso do Paraguai, as perdas de eletricidade caíram de 32% em 2012 para 24% em 2018 (ANDE, 2019). Um segundo grupo de cidades tem uma penetração entre 11% e 14% (Montevideú, Cidade do México e Santiago), enquanto o resto das cidades pesquisadas fica para trás nesta dimensão.

Esta implantação de medidores inteligentes não está isenta de problemas. Por exemplo, no Chile a instalação dessa tecnologia foi interrompida em 2018, quando o governo confirmou que as distribuidoras tinham o direito de cobrar dos proprietários o custo dos novos aparelhos. Após uma série de reclamações de órgãos de defesa do consumidor, o governo determinou que os usuários tivessem o direito de recuperar esse custo e que os medidores inteligentes só seriam instalados se expressamente solicitado pelo consumidor, o que resultará em um índice de adoção mais lento (BNamericas, 2019).

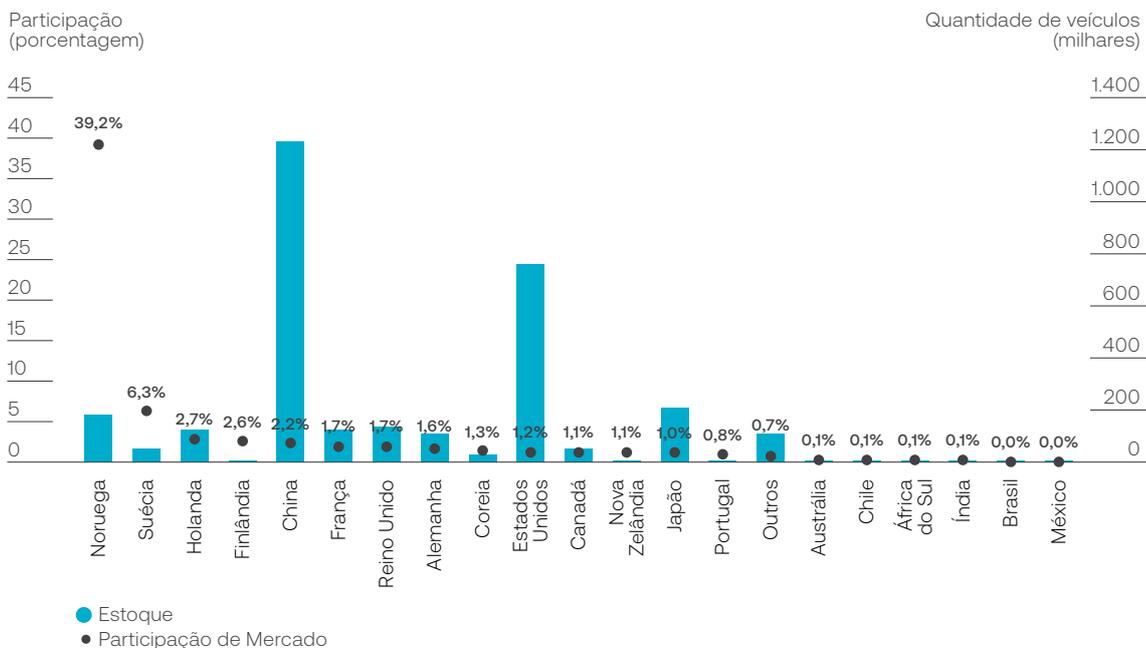
## Armazenamento e veículos elétricos

O armazenamento de energia é identificado como um componente importante que pode transformar a estrutura atual e a operação da rede elétrica. O avanço do armazenamento ainda é incipiente e os dados são escassos. Por exemplo, os sistemas de armazenamento incorporados por distribuidoras, grandes usuários comerciais e industriais nos Estados Unidos representavam 0,13% da potência instalada naquele país (1,6 GW de capacidade nominal) em 2019, enquanto que os instalados por residências permitiram armazenar uma capacidade para gerar 185 MWh em 2018.<sup>46</sup>

Conforme explicado na seção “Outras tendências setoriais em energia elétrica e transporte urbanos” deste Capítulo, os veículos elétricos podem cumprir essa função no sistema (com a flexibilidade de poder estar localizado na área de cobertura do usuário). Por meio de conexões de veículos à rede (V2G), a bateria desses veículos pode ser carregada nos períodos de baixo

**Gráfico 31**  
**Estoque e porcentagem de novos registros de EVs em relação a novos registros de carros leves, 2017**

Fonte: GPR Economia (2020) sobre a base de Global EV Outlook 2018.



<sup>46</sup> De acordo com dados da EIA (2019, Formulário 860) e Finkelstein et al (2019). Para o caso de baterias em residências, a fonte reporta o consumo de energia associado à capacidade de armazenamento (ao invés da potência).

consumo e oferecer eletricidade excedente na rede nos horários de pico, favorecendo o achatamento das curvas de demanda líquida de eletricidade. O primeiro caso europeu de conexão de carros elétricos à rede é o da Dinamarca, chamado de *Danish Vehicle-to-Grid hub*. Em setembro de 2020, o site *v2g-hub.com* reportava 67 projetos distribuídos em 17 países (EUA, China, Japão, Namíbia e o restante em países europeus).

O Gráfico 31 mostra o estoque e a participação de veículos elétricos em diferentes países (considerando apenas os carros elétricos leves de passageiros). Em alguns países da América Latina (Chile, Brasil e México) observa-se uma participação incipiente de EVs, mas a mesma não ultrapassa 0,1%, ficando muito longe do outro extremo que são os países nórdicos.

### Novos agentes

A digitalização deu origem ao surgimento de novos agentes, que antes não existiam no mercado e, com exceções pontuais, não são contemplados pela regulamentação atual. Um exemplo são os usuários que tradicionalmente eram consumidores e que, em decorrência dos investimentos em fontes de geração distribuída, têm a possibilidade de gerar energia elétrica, os chamados *prossumidores*.<sup>47</sup> Paralelamente ao avanço da geração distribuída, a inserção desses novos agentes do mercado elétrico nos diversos países da região tem apresentado alguns avanços, desde sua inserção no Brasil, Colômbia, México e algumas províncias argentinas, até a implantação de metas no Chile e no Peru.

Um desafio importante para esses consumidores é a adaptação tarifária para remunerar a energia injetada na rede e as implicações para o segmento de distribuição.<sup>48</sup> Por exemplo, em um estudo para o Brasil, Aoki, Vicentini e Leite (2018) reconhecem que a maioria dos usuários que optam por fazer investimentos pertencem às seções onde as tarifas são mais caras. Além disso, é necessário considerar se as regulamentações que atingem os geradores de grande porte devem incluir esses novos agentes ou se é necessário estabelecer

regras separadas para eles, caso em que devem ser definidas as responsabilidades que lhes são atribuídas e os riscos enfrentados pelos prossumidores.<sup>49</sup> A incorporação de prossumidores pode trazer grandes benefícios na dimensão de acesso (por exemplo, através de microrredes de prossumidores em áreas isoladas), mas pode afetar a dimensão da qualidade, uma vez que esta geração geralmente é proveniente de fontes renováveis e sua intermitência (comum em ERNCs) afeta a confiabilidade do serviço.

### Lacuna na gestão da demanda

Os mecanismos de resposta à demanda, ou a participação da demanda, são outro elemento das REIs que fornece eficiência econômica e contribui para a redução da demanda no pico. A digitalização das redes e a informação de consumo em tempo real permitem a tarifação do serviço com preços dinâmicos que oferecem um sinal direto via preços sobre excedentes ou faltas nos fluxos de eletricidade, para que os consumidores possam ajustar os seus hábitos de consumo em função da variação tarifária.<sup>50</sup> Existem diferentes esquemas de preços dinâmicos, entre os quais estão: preços em tempo real (*Real-time Pricing*, RTP por sua sigla em inglês), taxas com discriminação horária (*Time of Use*, TOU), preços em períodos críticos (*Critical Peak Pricing*, CPP), preços diferenciados pela intensidade dos picos (*Variable Peak Pricing*, VPP) e descontos para redução do consumo em períodos críticos (*Critical Peak Rebate*, CPR).

A Tabela 13 apresenta informações sobre a quantidade de veículos elétricos que participam de programas de preços dinâmicos nos Estados Unidos e sua relação com o total de clientes. Entre 2013 e 2018, o número de clientes registrados nestes esquemas cresceu a uma taxa média anual de 9% naquele país e em 2018 o número de clientes com preços dinâmicos superava os 9 milhões, o que representa 6% do total de clientes. Embora esse percentual ainda seja pequeno e a situação heterogênea em todo o território (por exemplo, em Montana, Maine e na Pensilvânia não existem programas com preços dinâmicos,

<sup>47</sup> À medida que o armazenamento se torne um componente (econômico) da rede, esses usuários se transformarão na figura de "prossuministradores" (produtores - consumidores - administradores de energia).

<sup>48</sup> Os esquemas utilizados em outras experiências são de tarifação do equilíbrio entre o que prossumidor injeta na rede e o que consome da rede, ou uma tarifação diferencial pela eletricidade injetada na rede, extraindo o preço da geração do preço pago pelo consumo.

<sup>49</sup> Um elemento comum na promoção da geração distribuída tem sido a isenção de impostos para quem faz os investimentos, gerando não apenas preços diferenciados entre consumo e geração, mas também preços diferenciados entre diferentes fontes de geração (tradicional e nova geração distribuída).

<sup>50</sup> Mesmo em esquemas de tarifas inflexíveis, políticas de eficiência energética têm sido implementadas buscando modificar os padrões de consumo (Cont e Barril, 2012).

enquanto que em Maryland e Delaware 65 % e 57 % dos clientes, respectivamente, estava inscrito em algum programa), o aumento tem sido considerável nos últimos anos e espera-se que continue em ascensão. Em contraste, na ALC não se observa a implementação generalizada de programas de preços dinâmicos (pelo menos não na escala dos EUA) e as informações sobre eles são escassas.

**Tabela 13**  
**Clientes com esquemas de preços dinâmicos nos EUA e porcentagem sobre o total de clientes, 2013-2018**

Fonte: GPR Economia (2020) sobre a base de AIE (Annual Electric Power Industry Report).

Ano	Clientes	% sobre o total de clientes
2013	5.977.281	4,1%
2014	6.894.826	4,7%
2015	7.589.060	5,1%
2016	7.950.227	5,3%
2017	8.497.720	5,6%
2018	9.219.869	6,0%

## Obstáculos e riscos

Além desses avanços, com diferentes níveis de profundidade dependendo da região considerada, existem alguns obstáculos que devem ser superados para a implantação das REIs. Em primeiro lugar, sua implementação requer grandes investimentos. Isso apresenta dois desafios: por um lado, devem passar por um processo de análise de custo-benefício social; por outro, nas economias em desenvolvimento pode haver restrições significativas de financiamento. Em segundo lugar, o desenvolvimento de uma REI requer o estabelecimento de uma base legal e regulatória que determine os incentivos, defina papéis e direitos de propriedade dos diferentes agentes, regule a interação entre eles e permita a comunicação entre seus componentes. Terceiro, não há uma definição unificada de padrões técnicos para os diferentes elementos da REI, afetando negativamente a velocidade de implementação das políticas públicas e decisões de investimento privado.

Em consonância com o primeiro obstáculo mencionado, a infraestrutura de TICs é um pré-requisito para o desenvolvimento da REI. Assim, em países onde a penetração ou a qualidade da

digitalização na sociedade é baixa, ou os operadores de TICs não têm incentivos para expandir seus investimentos em outros setores, é provável que o desenvolvimento de uma REI seja mais lento e que parte das empresas do setor elétrico, ou agentes terceirizados, tenham que se envolver em investimentos em TICs para levar adiante seus projetos de digitalização. Para o caso do Brasil, Dantas *et al.* (2018) mencionam que as empresas elétricas tiveram que construir as suas próprias redes de comunicação devido à incapacidade das operadoras telefônicas de prestar um serviço com as características exigidas (implicando custos mais elevados de implantação da REI).

A coleta sistemática de informações sobre variáveis relacionadas a elementos das REIs é muito útil para facilitar avaliações de custo-benefício dessas redes. Uma lista não exaustiva inclui a quantidade e custo de medidores AML, medições públicas de qualidade (uma vez que a grande maioria dos reguladores não apresenta esta informação) e capacidade e nível de produção de geração distribuída por tipo de tecnologia, monitoramento adequado para projetos de REI.

Por sua vez, a transição para o novo sistema elétrico enfrenta quatro desafios: i) a eletricidade ainda é considerada uma mercadoria, o que reduz os incentivos para que os consumidores (principalmente médios e pequenos usuários) se envolvam em novas tecnologias e projetos complexos; ii) os atuais paradigmas regulatórios não promovem suficientemente os recursos distribuídos; iii) a incerteza em torno das regras não estimula os agentes interessados a tomarem decisões sobre infraestrutura complementar à rede; e iv) alguns segmentos apresentam resistência cultural à mudança.

Para a introdução das REIs em países em desenvolvimento, devem ser levadas em consideração as condições particulares nas quais o setor elétrico opera em cada país. Isso implica desafios adicionais, que podem ser de natureza técnica (pela existência de grandes perdas e baixa qualidade e confiabilidade do serviço), de governança (pela existência de subsídios cruzados, problemas financeiros das empresas, ou baixa produtividade e incapacidade de atração investimentos), ou econômicos (relacionados à dificuldade de implementação de esquemas de preços que reflitam os custos de uso das redes) (ver Jamasb, Thakur e Bag, 2018).

Um risco específico das REIs está relacionado à cibersegurança. Sem um sistema de segurança adequado, a REI fica vulnerável a diversos tipos de ciberataques já conhecidos em sistemas

## As redes elétricas inteligentes estão em desenvolvimento na América Latina e enfrentam desafios intersetoriais, técnicos e de governança, entre outros.



informatizados (como *ameaças persistentes avançadas*, *ataques de negação de serviço*, *botnets*<sup>51</sup> e *ataques de dia zero*<sup>52</sup>), o que pode gerar desconfiança e rejeição dos usuários. No setor elétrico, esses riscos e ameaças podem afetar exclusivamente as REIs.

Até o momento, ocorreram poucas interrupções de serviço causadas por ciberataques. Um caso conhecido e documentado pela Agência Internacional de Energia (AIE, 2018) são as duas interrupções sofridas pelo sistema elétrico da Ucrânia como resultado de ciberataques. A primeira ocorreu em dezembro de 2015, quando hackers acessaram o sistema de uma empresa de serviços públicos no oeste da Ucrânia, causando interrupções que afetaram 225.000 pessoas. Um ano depois, em dezembro de 2016, ocorreu um segundo ataque, que se acredita ter sido um teste de execução de um *software* malicioso (*malware*) versátil, que permite que os invasores visualizem, bloqueiem, controlem ou destruam os equipamentos de controle da rede.

Um último aspecto que pode ser um obstáculo nos países em desenvolvimento é a falta de qualificação e capacidade institucional. As REIs podem exigir uma massa crítica de recursos humanos treinados em aspectos técnicos, financeiros e jurídicos relacionados com o funcionamento da distribuição e comercialização de energia. No Capítulo 4, esse obstáculo será analisado com maior profundidade.

Em suma, o desenvolvimento das REIs varia entre as regiões, dependendo de fatores sociopolíticos, aspectos regulatórios, progresso tecnológico e acesso ao financiamento, entre outros. Essas diferenças aparecem claramente na comparação entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Nestes últimos, é necessário superar os obstáculos relacionados com o baixo nível de investimentos, problemas de financiamento e infraestrutura inadequada, e a implementação deste tipo de tecnologias digitais aplicadas às redes elétricas.

### Impactos esperados da digitalização sobre as lacunas dos serviços elétricos

A implantação das REIs terá grande impacto nas características do serviço. A Figura 2 apresenta uma seleção de elementos das REIs e seu impacto sobre a demanda de eletricidade.<sup>53</sup> A geração distribuída, principalmente por meio da geração solar, permite reduzir a demanda de energia para a rede (dada uma demanda final) em horas do dia, uma vez que os usuários podem fornecer todo ou parte do seu consumo. O armazenamento distribuído nivela a demanda de energia na rede,

<sup>51</sup> O termo se refere a um conjunto de “robots informáticos” ou “bots”, que se executam de maneira autônoma e automática.

<sup>52</sup> Por ataque do dia zero se entende o que tem por objetivo a execução de um código malicioso aproveitando as vulnerabilidades do sistema, desconhecidas para o fabricante e o usuário do produto.

<sup>53</sup> Certamente, o impacto sobre a demanda afetará o comportamento da oferta. Mesmo assim, o impacto destes componentes sobre a demanda será maior na medida em que existam tarifas dinâmicas.

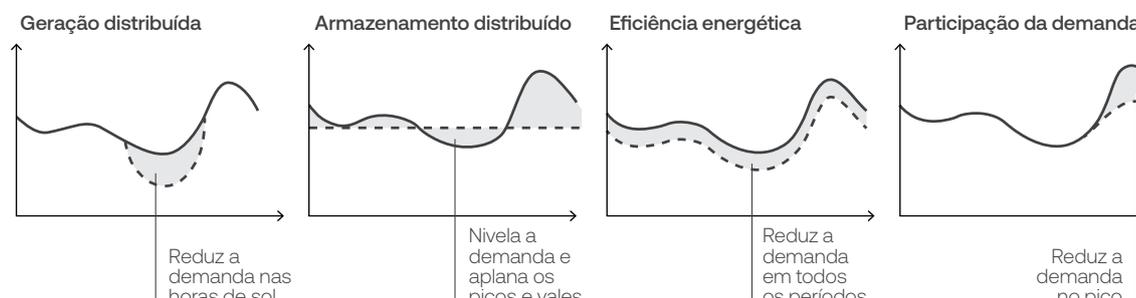
nivelando picos e horários de baixo consumo. Isso permite um uso mais eficiente da rede e reduz a necessidade de infraestrutura adicional. Da mesma forma, a rápida resposta de armazenamento diante de incidentes torna a rede mais robusta, conferindo confiança ao sistema (conseguindo ainda mais flexibilidade com a conexão de veículos elétricos). Por fim, um maior envolvimento da demanda contribui para a redução do consumo geral (eficiência energética) e durante os períodos de maior consumo (na medida em que podem responder aos preços em tempo real).

Todos esses aspectos resultariam na melhoria das lacunas do setor elétrico apresentadas na seção anterior. Mais especificamente, a Tabela 14 apresenta alguns dos benefícios esperados das REIs e sua relação com as lacunas de serviços, detalhando em qual dimensão eles têm maior impacto. Como pode ser visto na

tabela, os benefícios das REIs são múltiplos e podem impactar sobre diferentes dimensões da lacuna de serviço. Por exemplo, a maior velocidade de recuperação de falhas contribui para um serviço de melhor qualidade (diminuindo o tempo de duração da falta de serviço), mas também leva a custos de sistema mais baixos. A geração e transmissão mais eficientes impactam diretamente nas dimensões de qualidade e custos, resultando em menores tarifas finais. Os menores custos de abastecimento afetarão diretamente os gastos do usuário, se for assumida uma transferência automática (*pass through*) dos preços de atacado para as tarifas. A integração dos consumidores e a energia renovável podem impactar sobre o acesso, por meio da operação de sistemas inteligentes isolados. Não está descartada a possibilidade de que esses benefícios tenham efeitos indiretos em outras dimensões no longo prazo.

**Figura 2**  
Impacto dos componentes de uma REI sobre a demanda de eletricidade

Fonte: Astarloa et al. (2017) e GPR Economia (2020).



**Tabela 14**  
Relação entre os benefícios da REI e as lacunas de serviços

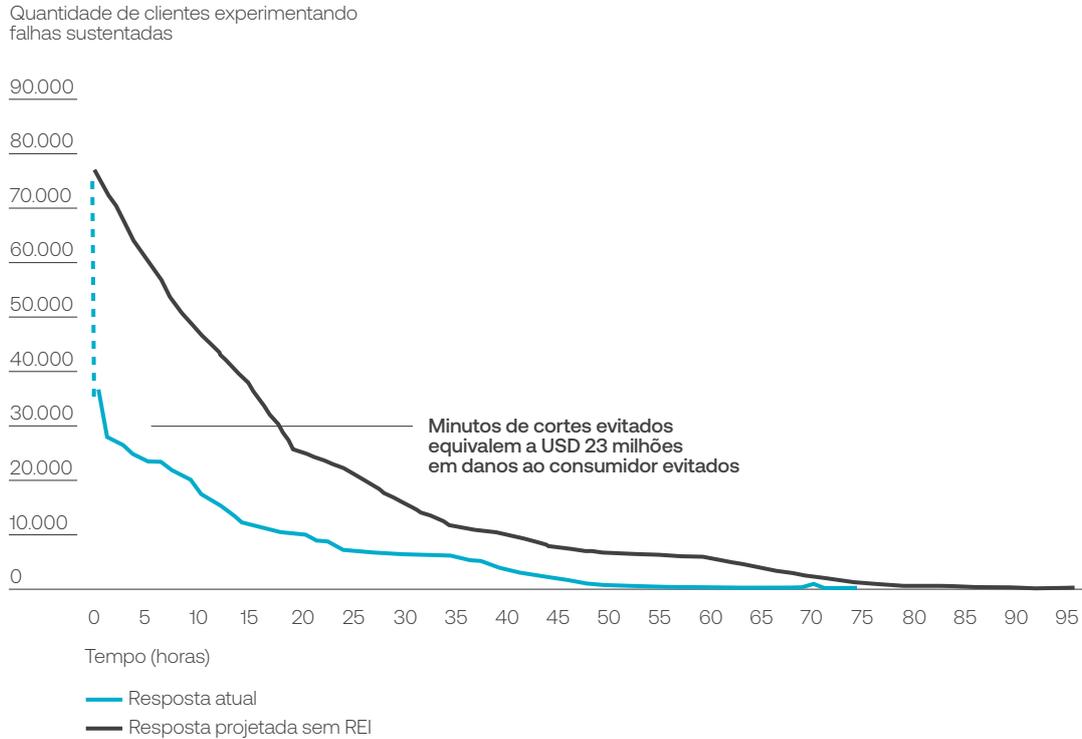
Fonte: GPR Economia (2020).

Benefícios da REI	Dimensão da lacuna		
	Acesso	Qualidade	Custos
Geração e transmissão mais eficientes		X	X
Maior velocidade de restauração do serviço em caso de falhas		X	
Custos menores de operação e manutenção			X
Menores picos de demanda			X
Maior integração de energias renováveis	X	X	
Melhor integração da produção de consumidores	X		
Maior segurança de abastecimento		X	

**Gráfico 32**

**Impacto de falha em Chattanooga em uma REI em comparação com uma rede tradicional**

Fonte: US Department of Energy (2018).



Um dos benefícios mencionados na Tabela 14 é que os sistemas de controle e comunicação permitirão o isolamento de falhas e o restabelecimento mais rápido do sistema. Embora não haja muitas experiências documentadas, o caso registrado em Chattanooga (Tennessee, EUA) ilustra o impacto potencial de uma REI na qualidade, por meio da redução do tempo de resposta a uma falha do sistema (Gráfico 32). A curva azul mostra a curva de falha, medida em número de clientes (eixo vertical) e no tempo (eixo horizontal), causada por uma tempestade de vento em junho de 2012 no condado de Chattanooga, onde já estavam em uso sistemas automatizados de distribuição (um dos componentes de uma REI). A curva preta mostra uma estimativa de qual teria sido a curva de falha se essa tecnologia não estivesse presente. Segundo esta estimativa, a digitalização do sistema permitiu evitar o corte para 55% dos clientes afetados e a reposição total do serviço com maior rapidez (17 horas antes). A empresa de distribuição (EPB) estimou um valor de aproximadamente US\$ 23 milhões, para danos evitados aos consumidores (US Department of Energy, 2018).

## A digitalização no transporte urbano de pessoas

A digitalização representa uma oportunidade para aproveitar e otimizar o uso dos ativos existentes (como a infraestrutura, os veículos e a informação), possibilitando a melhoria do serviço de transporte urbano de passageiros. As novas tecnologias têm impacto no planejamento, gestão, consumo e governança dos sistemas de transporte urbano de passageiros na América Latina. Isso se deve ao fato de que provocam várias mudanças e oportunidades, como o surgimento de novos serviços de transporte, a possibilidade de recolher informações em tempo real que são úteis para os usuários do transporte (como o horário de chegada do transporte público em uma determinada parada) ou para a gestão do sistema de transporte.

Esta seção identifica os avanços mais importantes que surgiram no setor nos últimos 20 anos, bem como suas possibilidades de aplicação na América Latina, os obstáculos e riscos que apresentam e seus efeitos nas lacunas de serviço identificadas para o setor.

## Avanços da tecnologia no setor de transporte

Um conjunto de transformações pelas quais passa o setor se deve à abundância de dados disponíveis que são gerados a partir da constante interconexão de bilhões de usuários, por meio de celulares, e do surgimento de novos serviços de transporte que utilizam aplicativos digitais para realizar sua oferta de transporte.

A existência de mais informações, em aspectos como localização, rotas e horários de chegada, entre outras, não impacta somente sobre os usuários do serviço, que podem ter acesso à parte delas (por exemplo, por meio do celular), mas também afeta os planejadores e prestadores de serviços de transporte. Nesse sentido, a capacidade de analisar essas informações é fundamental para o planejamento e a melhoria do serviço. Por outro lado, o surgimento de

novos serviços de transporte pode não somente fazer concorrência aos modos tradicionais, mas também apresentar complementaridades com o sistema tradicional. Estas complementaridades são aproveitadas por algumas plataformas ou formas de organização do mercado dos serviços de transporte. Na Tabela 15 são apresentadas as tecnologias desenvolvidas neste setor.

A seguir, são descritas as principais inovações que surgiram no setor graças à digitalização, e que tem gerado transformações no serviço de transporte urbano.

### Planejamento de viagens (demanda) e setorial (autoridade)

Os aplicativos dedicados a fornecer informações aos usuários para o planejamento de viagens, ou às autoridades do setor, para o planejamento do transporte, surgiram a partir do desenvolvimento de sistemas e tecnologias que recolhem informações sobre o estado do sistema de transporte em tempo real. Entre elas, estão os dados sobre o estado do tráfego e das vias e o funcionamento de alguns modos de transporte, em particular, através de sistemas de georreferenciamento e de especificação geral de alimentação do transporte público (GTFS, por sua sigla em inglês<sup>54</sup>).

**Tabela 15**  
**Novas tecnologias digitais no transporte urbano**

Fonte: Elaboração própria.

<b>Categoria</b>	<b>Tecnologia</b>	<b>Exemplos</b>
Informação de trânsito e localização	Aplicativos de planejamento de viagens	Waze, Google Maps, Moovit
Aplicativos de viagens	Plataformas de economia compartilhada	Uber, Cabify
	Ride Sharing	Uber Pool
	Car Sharing	Awto
	Micromobilidade	Movo, BA Ecobici (Argentina), EcoBici (México)
Tecnologias de transação	Novas formas de pagamento	Sube (Argentina), Bip! (Chile), cartões contactless
Integração de transporte	Aplicativos de mobilidade sob demanda	Shotl (EUA)
	Mobilidade como serviço	Whim (Europa)

<sup>54</sup> Os sistemas GTFS permitem gerar base de dados padronizados de trânsito de tipo estático, como tarifas, horários de transporte público, entre outros, e dinâmicos, como, por exemplo, previsões de chegada nas paradas ou a posição em tempo real dos veículos.

Esses aplicativos podem ser direcionados a diferentes tipos de usuários, dependendo se fornecem um serviço de recomendação de rota para quem usa transporte privado (como o Waze), de informações sobre o estado do transporte público (Quando Subo, em Buenos Aires; TransMiSITP, em Bogotá e Moovit, em várias cidades), ou mesmo os dois serviços de forma integrada (Google Maps). Esta informação aumenta a eficiência na realização das viagens pelos modos públicos ou privado, permitindo reduzir o seu tempo esperado e a incerteza da duração das viagens na hora de encontrar as rotas ideais ou indicar a combinação ideal de meios de transporte para chegar a um determinado destino (em particular, aplicativos que fornecem informações de viagens multimodais).

Para as autoridades de transporte público, o valor das informações fornecidas pelos sistemas GTFS e os aplicativos de planejamento de viagens é maior no médio prazo. Essas informações, em conjunto com as obtidas em equipamentos de monitoramento em ônibus e estações, podem ser utilizadas para otimizar a operação (agendamento de despacho e controle de conformidade pelos operadores) e a frota necessária, adequando o serviço à demanda (identificação das melhores rotas, horários e frequências) e planejar os investimentos na infraestrutura de transporte necessária.<sup>55</sup>

## Aplicativos de realização de viagens

Um conjunto de aplicativos permite a realização de viagens utilizando novos serviços, que são identificados pelas suas características.

### Plataformas digitais de economia compartilhada:

Essas plataformas constituem um modelo de negócio que faz a intermediação entre a oferta de motoristas e a demanda por viagens (por exemplo, Lyft, Uber ou Cabify), e que permite a oferta de um serviço de transporte local e individual ou para pequenos grupos de usuários. As principais características que os distinguem de alguns serviços de transporte tradicionais são a

utilização de tarifas dinâmicas, a reserva de viagens e a flexibilidade da oferta.<sup>56</sup> Estas plataformas se adaptaram, além disso, ao transporte de pequenas cargas ou entregas em domicílio (via Uber Eats ou Cabify Entregas) de uma importante quantidade e variedade de produtos, aumentando os modos de distribuição capilar. No entanto, em muitas cidades eles competem com os serviços regulados tradicionais (táxis) sem necessariamente estarem contemplados nos respectivos marcos regulatórios.

### Aplicativos que permitem o compartilhamento de viagens (*ride-sharing*):

Esses aplicativos oferecem um serviço de intermediação entre pessoas que desejam fazer um trajeto semelhante numa mesma faixa horária, dando-lhes a oportunidade de fazer a referida viagem compartilhando o veículo e as despesas. A modalidade de compartilhamento da viagem pode ser através da utilização de um veículo que ofereça serviço de transporte semelhante ao das plataformas de economia compartilhada (como o Uber pool), ou utilizar o veículo pessoal de uma das pessoas que quer fazer a viagem. Esses aplicativos permitem que seus usuários obtenham acesso aos serviços de transporte em curto prazo e de acordo com a demanda (Novikova, 2017).

### Uma alternativa ao aplicativo anterior são as plataformas que permitem a utilização temporária de um veículo (*car-sharing*).

Este serviço permite que os usuários possam compartilhar um veículo, uma vez que outros tenham deixado de usá-lo, gerando um sistema de aluguel de carro por horas ou viagens. Uma das diferenças com o aluguel de automóveis tradicional é que tanto as locadoras quanto os usuários particulares podem oferecer veículos nessas plataformas. Este tipo de aplicativos exigem que os usuários compartilhem não apenas as informações sobre o percurso que o motorista fará, mas também a localização de onde o veículo está estacionado, por isso é um modelo que se baseia na confiança entre usuários (Chase, 2015).<sup>57</sup> De qualquer forma, esses avanços também exigem definições quanto às atribuições de risco (e eventuais adaptações nos sistemas de seguros).

<sup>55</sup> Existem outros desenvolvimentos não aprofundados neste relatório, como a habilitação de sistemas inteligentes de tarifação da utilização das vias, ou a digitalização do sistema de semáforos para obter uma gestão inteligente dos intervalos com base em fluxos reais, que permitem melhorar a mobilidade geral das cidades, economizar tempo de viagem e melhorar a qualidade de vida nas áreas urbanas.

<sup>56</sup> Em algumas cidades dos Estados Unidos e Canadá, essas plataformas começaram a ser usadas para substituir serviços de ônibus de alto custo e baixa demanda. Também existem estudos que mostram que a ubiquidade desses serviços reduz a demanda por transporte público (ver, por exemplo, Graehler et al, 2019).

<sup>57</sup> As plataformas de compartilhamento de veículos podem ser classificadas em quatro variantes de acordo com a combinação da propriedade do veículo (individual ou pertencente a uma frota) e o ponto de origem e destino da viagem (o veículo deve ser estacionado no mesmo local que foi inicialmente retirado ou pode ser estacionado em um dos locais pré-estabelecidos pelo aplicativo utilizado). Por fim, um modelo alternativo consiste na compra conjunta de um veículo entre um grupo de pessoas (funcionando como um bem coletivo).

Aplicativos que permitem viagens através do uso de bicicletas e patinetes elétricos: Estas plataformas funcionam de forma semelhante às de compartilhamento de veículos, mas com o foco na micromobilidade, com destaque para as bicicletas e patinetes elétricos de uso privado para aluguel (por exemplo, Movo ou Grin), ou financiados por governos locais (por exemplo, Ecobici em Buenos Aires). Essas modalidades entraram massivamente em várias cidades da região, com uma regulamentação ausente ou que foi se adaptando à nova situação. A micromobilidade é adequada para distâncias curtas (de até 5 km), substituindo caminhadas, bem como para servir de alimentadores para modais de transporte urbano massivo, aumentando sua bacia de atração e sua rentabilidade social. No entanto, esses modos não estão isentos de problemas. O exemplo mais claro é a China, onde esse modo de transporte, muitas vezes instalado sem coordenação ou planejamento, obstrui o acesso às estações ferroviárias subterrâneas, um problema que poderia ser resolvido com um planejamento adequado (Taylor, 2018). Por outro lado, esses modos não são seguros se utilizam as mesmas vias que os veículos motorizados, se as vias forem de má qualidade ou se os usuários não utilizarem a infraestrutura corretamente.

## Inovações nas formas de pagamentos pelas viagens

A digitalização contribuiu para o surgimento de novas formas de pagamento pelas viagens, introduzindo mudanças na cobrança e tarifação por parte dos fornecedores de transporte, tanto públicos quanto privados.

Com respeito à cobrança dos serviços, existem diversas alternativas para sua implementação. Entre elas estão o pagamento pelo celular ou a utilização de um único meio de pagamento eletrônico integrado em meios disponibilizados pelos bancos, como um cartão de crédito ou um cartão específico de transporte (alguns exemplos são o cartão Bip!, usado em Santiago, Chile, ou o cartão Sube em Buenos Aires, Argentina, que permitem o pagamento de passageiros de ônibus, metrô e trem). Para isso, é necessária uma infraestrutura que possibilite a realização desses pagamentos, como máquinas de cobrança e catracas.

O objetivo dessas formas de pagamento é simplificar as transações do usuário, melhorando a segurança (reduzindo a necessidade de carregar dinheiro para pagar as transações). Por outro lado, se consolida a informação de

arrecadação e de demanda para remunerar os diferentes operadores do sistema (de acordo com as suas condições contratuais). No entanto, para que sejam reduzidos os custos de transação é necessário que haja pouca ou nenhuma intervenção de atores que devem ser recompensados monetariamente pela administração das transações. No que se refere à tarifação dos serviços de transporte, tanto público quanto privado, essas novas formas de pagamento facilitam a implantação de subsídios diretos voltados para um determinado grupo de usuários (por meio de preços diferenciados, número de viagens sem custo, ou combinação de ambos), bem como outros mecanismos de apoio para usuários de transporte.

## Integração do transporte

A integração dos serviços de serviços de transporte é um conceito inovador em relação ao paradigma tradicional, uma vez que agrupa a oferta de múltiplos modais de transporte, tanto privados quanto públicos, facilitando a mobilidade das pessoas. Até o momento, surgiram duas modalidades de integração: a mobilidade como serviço e a mobilidade sob demanda. Em ambas, a integração multimodal pode ocorrer em três níveis: físico, tarifário e digital.

A primeira das modalidades, a mobilidade como serviço (MaaS, por sua sigla em inglês), consiste na integração dos diversos meios de transporte e formas de pagamento em um único serviço, aumentando a acessibilidade dos usuários (Jittrapirom, Caiati, Fenero, Ebrahimigharehbaghi e Alonso González, 2017). Uma particularidade desta modalidade é a existência de planos de subscrição, nos quais são oferecidos vários pacotes de quantidade de viagens e modos de transporte de acordo com o plano, permitindo que os usuários possam escolher aquele que melhor se adapte às suas necessidades.

Atualmente, existe em poucas cidades e em múltiplas variantes. Por exemplo, em Helsinque (Finlândia), o serviço é operado pela Whim e integra o transporte público, bicicletas públicas, táxis, aluguel de carros e patinetes elétricos. Por enquanto, são oferecidos quatro planos: o mais básico, exclusivo para estudantes, inclui um passe de transporte público com pagamento adicional pelo restante dos serviços; o segundo plano oferecido também inclui o passe de transporte público, mas incorporando bicicletas (com restrição de tempo de uso) e tarifas reduzidas para outros serviços; o terceiro plano inclui aluguel de veículos nos finais de semana; e um plano final

que inclui transporte público e aluguel de veículos ilimitados, serviço de bicicletas com restrições de tempo de uso e cerca de 80 corridas de táxi de uma distância de até 5 km.

Outro exemplo de implementação é o de Birmingham (Reino Unido) onde o serviço também é operado pela Whim e atualmente integra o transporte público, os táxis e o aluguel de carros. Nesta cidade, até agora, existe um modelo de pagamento pela utilização do serviço individual de transporte, mas está evoluindo para um sistema de subscrição. Um caso intermediário aos de Helsinque e Birmingham é o de Viena (Áustria), onde o aplicativo oferecido pela operadora Whim permite a aquisição de passes específicos para cada modo de transporte, que podem ser por um período de tempo determinado (como é no transporte público) ou para realizar uma viagem em particular (por exemplo, aluguel de carros ou patinetes elétricos). Os modelos de mobilidade como serviço mais desenvolvidos requerem uma grande coordenação entre os vários modos a serem integrados, os intermediários e o mecanismo de compensação de cada modo.

A segunda modalidade é chamada de mobilidade sob demanda (MOD, por sua sigla em Inglês) e integra o transporte de passageiros e de mercadorias. Em termos gerais, a MOD é baseada em três princípios: mercantilização do transporte (os modos de transporte têm um valor economicamente distinguível em termos de custos, tempos de viagem, tempos de espera, número de conexões, conveniência, entre outros atributos), melhoria da eficiência da rede de transporte (por meio de viagens multimodais, gestão de oferta e demanda e gestão ativa de demanda de transporte) e cobertura às necessidades de todos os usuários (Shaheen e Cohen, 2020).

Este modelo possibilita a utilização de serviços de transporte público, aluguel de veículos, táxis, bicicletas, patinetes elétricos, carros e viagens compartilhadas e serviço de mensagens, entre outros, podendo ser demandado, em alguns casos, por meio de aplicativos digitais. Em formas mais avançadas de mobilidade sob demanda, os aplicativos permitem planificar viagens, fornecem informações em tempo real sobre o estado do serviço, possibilitam o pagamento da viagem, reservas com antecedência (U.S. Department of Transportation, 2017) e inclusive fornecer um oferta flexível com base em demandas específicas (Yan, Zhao, Han, Van Hentenryck y Dillahunt, 2019).

Ambos modelos diferem entre si na forma como alcançam a integração de serviços. A

MaaS se baseia no “empacotamento” (passes mensais) dos diferentes modos de transporte de pessoas aproveitando as aplicações digitais. Por outro lado, a MOD agrupa o transporte de passageiros e mercadorias (reconhecendo que os serviços de mensagens reduzem a necessidade de fazer viagens por parte das pessoas), mas ainda não avançou para esquemas de tarifas em pacotes. No entanto, coincidem na busca pela otimização de viagens, o que poderia, em alguns casos, melhorar o acesso à rede troncal de transporte (por exemplo, utilizando bicicletas ou patinetes elétricos como modos de “último quilômetro”), além de permitir uma maior utilização do sistema de transporte.

## Evolução da digitalização, obstáculos e riscos no transporte urbano de pessoas

As tecnologias digitais aplicadas aos serviços de transporte de passageiros descritas previamente têm potencial para serem implementadas na América Latina. Esta seção apresenta resultados sobre o uso de tecnologias para planejar, realizar ou compartilhar viagens e a possibilidade de implementar um serviço integrado de transporte. Por sua vez, são identificados diversos desafios e riscos que o setor deve enfrentar.

### Oportunidades: planejamento, viagens compartilhadas, integração de serviços de transporte

#### Planejamento de viagens

Na América Latina, o uso de tecnologias de informação para o planejamento de viagens é heterogêneo entre as diferentes cidades, e inclusive até por gênero, de acordo com a ECAF 2019 (Tabela 16). As cidades de Montevideu e Buenos Aires são as que apresentam a maior proporção de usuários de aplicativos digitais de informação (superior a 35%), enquanto que a Cidade do México e La Paz são as que menos utilizam essas ferramentas (menos de 15%). Com respeito às diferenças por gênero, os homens tendem a utilizar mais esses aplicativos (com exceção de Montevideu e Buenos Aires), chegando a quase ao dobro nos casos de Assunção e Quito.

**Tabela 16**  
**Porcentagem de utilização de aplicativo de informação, total e por gênero**

Fonte: Elaboração própria com base na ECAF 2019.

Cidade	Mulheres	Homens	Total
Montevidéu	38,9%	40,0%	39,4%
Buenos Aires	34,2%	39,1%	36,6%
Santiago*	27,6%	35,3%	31,3%
São Paulo*	27,6%	35,4%	31,2%
Bogotá*	23,4%	32,3%	27,6%
Lima*	15,0%	27,1%	20,8%
Assunção*	13,0%	25,2%	18,8%
Cidade do Panamá*	12,3%	21,5%	16,8%
Quito*	10,8%	20,4%	15,6%
La Paz*	10,4%	18,9%	14,6%
Cidade do México*	11,3%	15,5%	13,2%

Nota: As porcentagens correspondem a usuários pesquisados que usaram aplicativos digitais de informações na semana anterior à pesquisa). \*As diferenças nas porcentagens de utilização entre mulheres e homens são estatisticamente significativas (com 10% de relevância ou menos).

A Tabela 17 mostra a finalidade dada às aplicações digitais por quem indicou utilizá-las. De uma forma geral, os usuários consultam múltiplos dados num determinado aplicativo (motivo pelo qual a soma das porcentagens observadas pode ultrapassar os 100%), sendo o principal objetivo a escolha do percurso ideal, seguida da consulta dos tempos estimados de viagens (com exceção das cidades de Buenos Aires e Panamá, onde o segundo objetivo mais importante é saber a modalidade de viagem mais conveniente).

### Realização de viagens

A Tabela 18 mostra a porcentagem de utilização dos aplicativos de viagens (Uber, Cabify, EasyTaxi e Tappsi) e de bicicletas públicas e patinetes elétricos pelos usuários pesquisados na ECAF 2019. Como se pode ver, nem todas as cidades apresentam o mesmo grau de penetração desses serviços. São Paulo é a cidade com maior utilização de aplicativos de viagens com 46,9%, o que contrasta com o caso de La Paz, onde apenas 3,3% das pessoas declararam usá-los. Em termos gerais, pouco mais de 28% das pessoas nas cidades analisadas pela ECAF utilizavam este tipo de serviço. Em relação à micromobilidade, o grau de uso é relativamente baixo, dada sua natureza mais incipiente: a taxa de uso, em geral, é inferior a 5%, embora Assunção se destaque, atingindo 18% de uso.

**Tabela 17**  
**Porcentagem de finalidade dada aos aplicativos de informação**

Fonte: Elaboração própria com base na ECAF 2019.

Cidade	Conhecer a modalidade mais conveniente	Escolher o melhor trajeto	Tempo estimado de viagem	Horário do próximo serviço	Custo estimado da viagem
São Paulo	14,1%	74,6%	27,0%	9,6%	8,7%
Cidade do México	11,4%	58,3%	28,8%	2,3%	6,8%
Buenos Aires	39,8%	58,6%	20,4%	9,8%	1,6%
Bogotá	13,1%	59,5%	28,5%	2,6%	8,8%
Lima	14,4%	61,2%	40,2%	2,9%	7,2%
Santiago	22,4%	66,8%	40,6%	6,7%	5,1%
Assunção	10,5%	57,9%	22,6%	2,6%	4,2%
Quito	14,9%	39,0%	28,6%	1,3%	11,7%
Cidade do Panamá	21,0%	55,7%	18,0%	8,4%	3,6%
La Paz	4,9%	52,1%	26,4%	3,5%	4,9%
Montevidéu	8,4%	58,0%	17,8%	19,1%	2,5%

## O uso de aplicativos para a realização de viagens ainda é baixo na América Latina, entre 13% e 40% segundo a ECAF.



**Tabela 18**  
Porcentagem de utilização de aplicativos de viagens e de micromobilidade

Fonte: Elaboração própria com base na ECAF 2019.

Ciudad	Aplicaciones de viajes	Bicicletas y patinetas eléctricas
São Paulo	46,9 %	1,7 %
Bogotá	39,1 %	5,2 %
Santiago	34,6 %	2,1 %
Quito	31,7 %	4,4 %
Total ECAF	28,4 %	3,1 %
Buenos Aires	22,2 %	4,5 %
Lima	19,8 %	4,1 %
Ciudad de México	18,7 %	2,5 %
Asunción	16,1 %	18,0 %
Montevideo	14,4 %	2,4 %
Ciudad de Panamá	13,9 %	2,4 %
La Paz	3,3 %	1,1 %

Nota explicativa: A coluna de bicicletas e patinetes elétricos não inclui o uso de bicicletas próprias. O "ECAF Total" corresponde à média ponderada pela população da região metropolitana de cada cidade.

### Viagens compartilhadas

Os programas e plataformas digitais para a realização de viagens compartilhadas têm valor se existe uma demanda potencial e se essa demanda valoriza esta alternativa de viagem. Para analisar a primeira condição (demanda potencial), Steer (2020) realizou um exercício para identificar viagens de acordo com quatro características: local de origem, local de destino, hora de início da viagem e hora de término da viagem. Essa escolha parte da premissa de que muitas viagens motorizadas deveriam ter essas variáveis em comum para que a disrupção dessa tecnologia tenha um efeito significativo no sistema de transporte e na cidade. Embora esta consideração seja muito exigente, e não leve em consideração outros fatores, como o fato de um veículo passar por muito mais áreas do que as identificadas na origem e destino (onde poderia pegar outros passageiros) ou que algumas viagens podem ter flexibilidade horária, o que aumentaria as oportunidades de viagens compartilhadas, o exercício mostra o potencial para essa disrupção em algumas cidades.

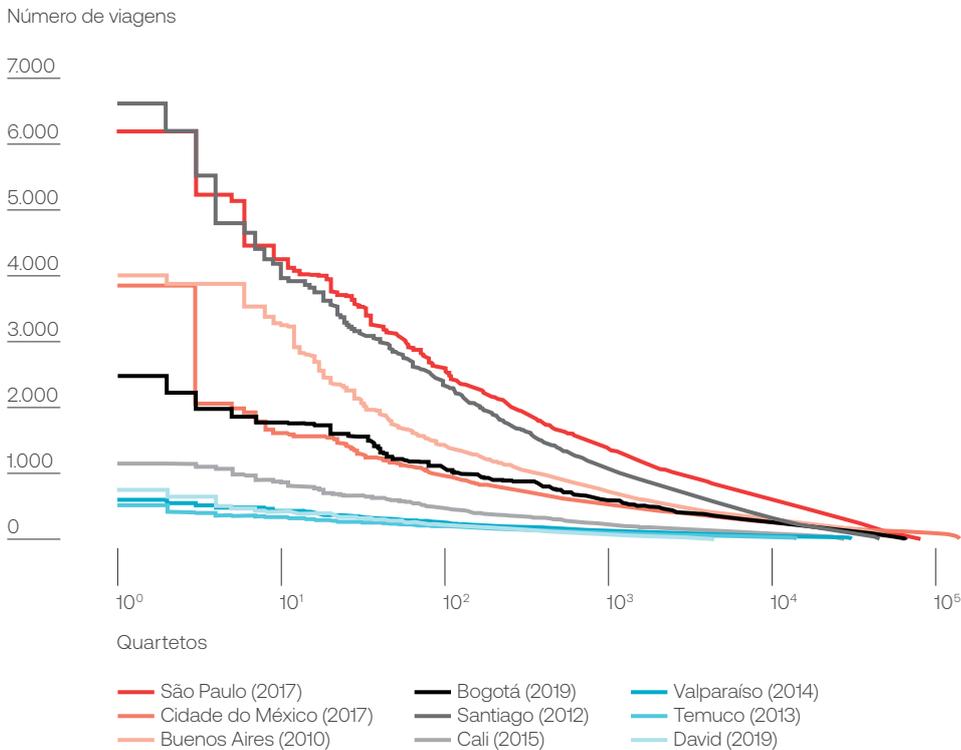
A partir desses dados, foram montados *quartetos*, como instrumento para descrever uma viagem determinada, de acordo com a origem e o destino da viagem, seu horário de início e término.<sup>58</sup> Cada quarteto poderia agrupar uma ou milhares de viagens com base em quantas delas compartilham essas quatro características.

O Gráfico 33 mostra a quantidade de viagens realizadas em cada quarteto para as cidades analisadas no estudo citado, ordenadas da

<sup>58</sup> Dado que as áreas de cada cidade nas pesquisas de origem-destino podem ter um tamanho diferente e várias definições (áreas e subáreas), foram utilizadas apenas as áreas de menor tamanho. Por sua vez, os horários de início e término da viagem estão definidos por intervalos de 15 minutos.

### Gráfico 33 Distribuição do número de viagens motorizadas por quarteto

Fonte: Steer (2020).



Nota: Quarteto: vetor de origem, destino, hora de início e hora fim

maior para a menor em termos do número de viagens que agrupam. Por exemplo, em Santiago, o quarteto que contém a maior quantidade de viagens (as quais compartilham a área de origem, a de destino, o horário de início e de término da viagem) representa um total de aproximadamente 6.600 viagens.

Uma quantidade elevada de viagens em um quarteto ou a existência de muitos quartetos com concentração de viagens são indicativos da demanda potencial que possuem os serviços de viagens compartilhadas, uma vez que é mais provável encontrar um usuário disposto a compartilhar essa viagem (na mesma hora e área, com um mesmo destino na dimensão geográfica e temporal). Essa concentração de viagens por quarteto pode ser observada no eixo vertical do gráfico. Em geral, megacidades e grandes cidades (em particular, Santiago e São Paulo, seguidas por Buenos Aires, Cidade do México e Bogotá) possuem um maior potencial para o desenvolvimento de aplicativos de compartilhamento de viagens.

O exercício anterior se complementa com o estudo da escolha do modo de transporte em caso de interrupção do serviço público de transporte, o que também dá indícios de sua potencialidade. A Tabela 19 mostra a demanda potencial medida como todas as viagens que foram realizadas utilizando algum serviço de transporte ou veículo próprio (automóveis, motocicletas, táxis, aplicações de viagens e outros modais), quando se produz uma interrupção do serviço público. Pelo menos 42% das viagens em transporte público seriam feitas em transporte privado ou outros modos (chegando a 70% na Cidade do México e 59% em São Paulo).

Uma análise mais completa da realização de viagens também deve considerar a avaliação que é dada pelos usuários. Neste último caso, um aspecto que tem sido considerado na literatura é a possibilidade de os usuários do sistema de transporte não estarem dispostos a usar os serviços de viagens compartilhadas devido à maior quantidade de informações que devem fornecer e à necessidade de confiar nos demais

Tabela 19

**Demanda potencial de viagens compartilhadas em cidades da América Latina, 2019**

Fonte: Elaboração própria com base na ECAF 2019.

Cidade	Demanda Potencial (diante da interrupção do transporte público)			Não Utilizam Transporte
	Transporte Privado	Outros	Total	
São Paulo	28,9%	30,1%	59,0%	41,0%
Cidade do México	34,6%	35,3%	69,9%	30,1%
Buenos Aires	9,1%	45,5%	54,5%	45,5%
Bogotá	27,8%	14,3%	42,2%	57,8%
Santiago	26,9%	20,3%	47,3%	52,7%

usuários (Chase, 2015). Com respeito a este ponto, Estupiñán (2018) utiliza dados da ECAF 2016 para observar que as pessoas estariam mais dispostas a compartilhar o veículo com os colegas de trabalho (60% dos homens e 46% % das mulheres) e vizinhos (45% dos homens e 53% das mulheres). A disposição de compartilhar o carro com contatos do Facebook se reduz drasticamente (6% para homens e 4% para mulheres), enquanto poucos viajariam com desconhecidos (3% dos homens e 2% das mulheres). Por fim, o estudo também indica que os jovens estão mais dispostos a compartilhar. Esses resultados sugerem que esses serviços têm potencial de desenvolvimento na região e fornecem informações sobre como aproximar modelos de negócios às preferências da demanda.

### Integração dos serviços de transporte

A integração dos modos de transporte apresenta uma oportunidade ao facilitar a utilização desses serviços por parte do usuário, escolhendo apropriadamente entre as opções oferecidas e em função dos meios de pagamento disponíveis. Um elemento comum dos exemplos mencionados na seção anterior é que eles partem de um serviço de transporte público integrado.

Vários serviços de transporte público (como trens, metrô, ônibus, entre outros) e outros serviços, como bicicletas públicas são oferecidos na região. Em vários casos, houve progresso na unificação das tarifas para uma viagem. Por exemplo, em Santiago, Chile, os usuários usam o Cartão Bip!,

e podem viajar em três modos (ônibus, Metro e MetroTren) fazendo até dois traslados pelo preço de um bilhete (dependendo da hora da viagem e da mudança de modo, pode ser aplicado um pagamento adicional; em Bogotá existe um sistema semelhante (de pagamento único ou adicionais), de acordo com o tipo de transbordo (Tarjeta Tu Llave). Na Área Metropolitana de Buenos Aires, os usuários podem se deslocar entre os mesmos três modos (ônibus, metrô e trem) pagando os trechos adicionais com um desconto (crescente) sobre o preço de referência (Red SUBE) enquanto que o metrô, além disso, oferece um desconto para uso frequente no prazo de um mês. Porém, não se conseguiu a integração total, que nos países desenvolvidos converge para um plano ou subscrição mensal ou anual, complementada por preços individuais.

Em muitas cidades da ALC, as oportunidades de trabalho e serviços educacionais e sociais estão concentradas em determinadas áreas, enquanto a população mais vulnerável mora nas periferias. A integração tarifária é um primeiro passo para reduzir uma lacuna relativa no acesso a serviços e oportunidades e, por sua vez, aperfeiçoar os mecanismos de subsídio voltados para grupos-alvo (usuários de baixa renda, mas também outros grupos geralmente considerados dentro de uma tarifa especial, como idosos e estudantes).<sup>59</sup>

Este esquema pode ser implementado de forma centralizada pela autoridade pública para manter o controle da operação do sistema (a cargo de

<sup>59</sup> Isso ocorre nas três cidades mencionadas: Santiago (tarifa diferenciada para estudantes e idosos), Bogotá (tarifa diferenciada para idosos e usuários com deficiências e tarifa social) e Buenos Aires (tarifa diferenciada para desempregados, aposentados, beneficiários de certos planos sociais, entre outros). Veja detalhes em Besfamilie e Figueroa (2020).

prestadores públicos ou privados do serviços de transporte) com um número mínimo de intermediários. Além disso, pode beneficiar os usuários com uma maior mobilidade multimodal e maior eficiência e capacidade de direcionamento de subsídios ao setor. Este pode ser um primeiro passo para considerar modelos de integração mais ambiciosos.

## Desafios e riscos da digitalização no transporte urbano

O surgimento e a adoção de novas tecnologias digitais impõem diversos desafios ao setor. Em primeiro lugar, as novas tecnologias exigem investimentos em infraestrutura de TICs além dos tradicionais, como infraestrutura viária e frota de veículos (por exemplo, para garantir a conectividade e a coleta de informações em tempo real, ou para fornecer informações aos usuários). Esta interação com as TICs torna necessária uma nova formação de capital humano ao nível da autoridade de transporte numa área frequentemente considerada acessória, mas que se tornará fundamental para a prestação de um melhor serviço para a mobilidade.

Em segundo lugar, todos os avanços tecnológicos detalhados na seção anterior impõem mudanças (às vezes drásticas) na prestação de serviços e, por sua vez, geram e requerem uma alta disponibilidade de dados e uma consequente necessidade (e custo) de armazená-los. A velocidade com que essas mudanças ocorrem pressiona a autoridade de transporte (dentro do órgão público) para liderar a definição de padrões de dados e políticas de planejamento urbano em geral, uma vez que novos serviços de transporte afetam os padrões de mobilidade na cidade.

Em terceiro lugar, a integração dos sistemas de cobrança e pagamento das viagens pode exigir a intervenção de terceiros (por exemplo, bancos, fintechs<sup>60</sup>, etc.), que devem ser remunerados monetariamente pelo serviço de transações prestado, limitando a redução nos custos de transação.

Em quarto lugar, o avanço da digitalização não garante uma apropriação de benefícios para todos os usuários do transporte urbano de forma uniforme. É provável que os maiores beneficiários sejam os grupos sociais de maior renda, por exemplo, a

utilização de tecnologias requer que os usuários tenham acesso a dispositivos móveis com serviços de dados, ou que estejam bancarizados (para alguns casos de pagamentos integrados). Isso poderia ampliar a lacuna relativa entre esses setores da sociedade nas dimensões de acesso e qualidade.

Em quinto lugar, dada a natureza privada do desenvolvimento de aplicativos digitais, tem surgido novos atores não reconhecidos nas regulamentações locais tradicionais. Um exemplo são as aplicações de serviços de transporte individual (plataformas de economia compartilhada que ainda não foram aceitas por diversas autoridades locais, ou outros serviços como o mototáxi), desenvolvidas sem cumprimento de qualquer regulamentação, pelo menos inicialmente, e sobre as quais o Estado praticamente não tem controle nem conhecimento de seu funcionamento (Steer, 2020). Esta situação plantea a necessidade de regulamentar e formalizar o serviço de transporte sem gerar uma perda de cobertura.

Em sexto lugar, nos últimos anos tem surgido a preocupação de que, seguindo a tendência de integração dos transportes, muitos serviços se tornem “sob demanda”, promovidos pela otimização de custos e redução de subsídios, mas que acabem prejudicando a cobertura ou o acesso de populações remotas ou vulneráveis.

Em sétimo lugar, com os avanços da digitalização, o sistema de transporte também fica exposto a vários riscos de cibersegurança, que merecem consideração no planejamento do setor. Por um lado, os dados gerados a partir da mobilidade costumam permitir (com acesso irrestrito) a identificação de pessoas. O desafio é que as empresas ou o Estado utilizem a informação sem violar a privacidade das pessoas. Por outro lado, os problemas já conhecidos no setor das TICs (erros dos operadores do sistema, falha de equipamento ou software, perda de dados, etc.) e em outros setores (ameaças derivadas de ataques intencionais, como ataques de negação de serviço, uso não autorizado de dados do sistema de transporte ou manipulação do software utilizado) estão presentes no setor de transporte (Levy-Bencheon e Darra, 2015).

Considerando estes riscos, é importante que os avanços tecnológicos ocorram de forma controlada e supervisionada, contando com a

<sup>60</sup> As denominadas fintechs são empresas de produtos e serviços financeiros que se baseiam nas TICs para simplificar processos e baratear custos.

## Os avanços tecnológicos devem se dar de forma controlada e supervisionada pelas autoridades, com a cooperação de todos os atores.



cooperação dos diversos agentes envolvidos (governo, empresas privadas, usuários, órgão regulador, etc.).

Por fim, existe um obstáculo relacionado aos diferentes setores da ALC: os investimentos em digitalização e adaptação de infraestrutura exigirão financiamentos que na região não são fáceis de conseguir. Se as empresas privadas não observam os benefícios de investir nesses setores, é difícil pensar em recursos públicos para esses investimentos, considerando o contexto econômico que vive a ALC. Porém, em diversos setores, como transporte de passageiros (ou logística), esses investimentos em digitalização e adaptação de infraestrutura são uma realidade, que vem transformando setores com o surgimento de novos serviços ou com a melhoria dos existentes. Embora existam outras prioridades nas agendas públicas e certamente a digitalização de alguns setores seja um objetivo futurista na região, em outros não é assim e avançam neste tema.

### Impactos esperados da digitalização nas lacunas de serviços de transporte

A digitalização possibilita reduzir as lacunas de serviço no transporte urbano. Algumas dessas tecnologias já estão sendo aplicadas em diferentes países da ALC, melhorando assim a prestação de serviços. A Tabela 20 resume os efeitos dos avanços e inovações digitais sobre as várias dimensões das lacunas de serviço.

**Tabela 20**  
**Relação entre tecnologias de transporte e lacunas de serviço**

Fonte: Elaboração própria.

Tecnologia	Lacuna		
	Acesso	Qualidade	Custos
Aplicativos de planejamento de viagens		X	X
Plataformas de economia compartilhada / Ride Sharing / Car sharing	X	X	X
Micromobilidade	X		
Mobilidade como serviço	X	X	X

Em primeiro lugar, os aplicativos de planejamento de viagens (por exemplo, Waze, Google Maps, ou Moovit) têm impacto direto na dimensão da qualidade do serviço, na medida em que reduzem substancialmente o tempo de viagem do usuário da plataforma. Porém, em curto prazo, esse efeito pode ser diferencial no transporte privado em relação ao transporte público, pois, em vários países, este último possui maiores restrições quanto à alteração de uma rota pré-estabelecida, ainda que o usuário tenha a possibilidade de melhorar sua viagem otimizando entre as opções. Em médio prazo, as autoridades de transporte podem organizar o trânsito de forma a reduzir os custos operacionais. Existe literatura recente que explora esse tipo de decisão individual em contextos reais. Por exemplo, Berggren, Brundell-Freij, Svensson y Wretstrand (2019) estudam o efeito da informação fornecida por aplicativos celulares no planejamento de viagens

em transporte público na área de Malmo-Lund (Suécia), identificando uma redução nos tempos de espera nos pontos de partida e nos pontos de transferência, especialmente em viagens com frequências superiores a 10 minutos. O efeito também é significativo para viagens durante os fins e semana e fora do pico. Por sua vez, van Essen, Thomas, Chorus y van Berkum (2019) estudam um experimento de fornecimento de informações de viagem em Blacksburg, (Virginia, EUA), e identificam um efeito positivo do uso de informações pré-viagem sobre a escolha de rotas mais curtas.

Complementarmente, a disponibilização em tempo real desta informação pode trazer benefícios adicionais do ponto de vista do gênero (segurança pessoal) ao reduzir a exposição a condições inseguras, podendo inclusive fornecer informações sobre o estado do transporte em termos da quantidade de pessoas que estão usando um veículo, assentos disponíveis ou condições de higiene do mesmo.

Em segundo lugar, os aplicativos de viagens (Uber, Cabify, etc.) podem ter efeitos em várias dimensões da lacuna de serviço. Os aplicativos facilitam o acesso à rede troncal de transporte público em áreas remotas, bem como permitem a mobilidade sem possuir veículo próprio. A outra dimensão afetada é a qualidade, no caso de viagens compartilhadas (se substituírem uma viagem privada individual), devido à redução do congestionamento e conseqüente redução do tempo de viagem. Apesar dos efeitos positivos que têm nas dimensões de acesso e qualidade, as aplicações de viagens podem impactar negativamente sobre a dimensão custo no caso em que as pessoas substituam os serviços de transporte público por esses aplicativos, aumentando desta forma o custo global de transportar pessoas, e afetar o congestionamento viário ou o tráfego.

Em terceiro lugar, os efeitos da integração dos serviços de transporte (como a mobilidade como serviço) sobre as lacunas de serviço poderiam ocorrer sobre as três dimensões. A dimensão do acesso poderia melhorar devido à maior facilidade de se locomover de forma multimodal. Também é possível reduzir o tempo de viagem e expandir a área de cobertura, facilitando a utilização de modos de transporte alternativos para realizar viagens ou trechos de viagens que

se conectam ao principal meio de transporte, por exemplo, mediante bicicletas ou patinetes elétricos. O efeito sobre o custo da prestação do serviço depende da capacidade de inovação para organizar a oferta de serviços de transporte em relação a incorporação de novos agentes (o que implica maior coordenação), enquanto a opção de planos de transporte para os usuários pode dar previsibilidade aos gastos com mobilidade.

Por último, existem vários benefícios não especificados na Tabela 20 que são relevantes em diferentes dimensões dos serviços. Por exemplo, a incorporação de sistema de câmeras e vigilância em tempo real, botões antipânico nas paradas ou a disponibilidade de informações sobre a chegada do ônibus aumentam a segurança dos usuários dentro das estações e ônibus. Outros exemplos são a gestão do espaço em calçadas, articulando o transporte tradicional (de pessoas e mercadorias) com novas opções de mobilidade, ou a adaptação das decisões individuais por meio da tecnologia (o que em inglês se denomina nudging).<sup>61</sup>

## Granularidade e formação de mercados

Os avanços em matéria de conectividade e a proliferação de plataformas digitais têm o potencial de alterar substancialmente o funcionamento de vários mercados. Em particular, possibilitam uma maior granularidade na oferta de diversos serviços, permitindo reduzir as ineficiências associadas à combinação de oferta inelástica, demanda volátil e ausência de preços dinâmicos. Essas deficiências são típicas nos setores de energia elétrica e transporte urbano.

No primeiro, essa maior granularidade é possível graças às REIs, enquanto que no segundo é conseguida mediante plataformas de economia compartilhada. A seguir, se descreve como essas tecnologias impactam a oferta e a demanda e podem alterar o funcionamento de ambos os mercados.

<sup>61</sup> Ver Ranchordás (2020) para uma discussão sobre os benefícios destas tendências, bem como suas implicações legais e de privacidade.



## Granularidade no setor de energia elétrica

Do ponto de vista da eficiência, um sistema opera otimamente quando os preços refletem o custo de oportunidade para a sociedade de gerar uma unidade de energia, enquanto que a demanda pode ajustar seu consumo de maneira que sua disposição a pagar se iguale ao custo de oportunidade. Uma tarifa rígida durante o dia (ou por um período que pode durar meses) não satisfaz essas propriedades e, como consequência, se gera uma necessidade por capacidade que fica ociosa durante muitas horas em um dia em um sistema elétrico. Embora um sistema com preços variáveis não elimine a capacidade ociosa (devido à natureza do setor), pode reduzir a necessidade de investimentos excessivos em capacidade (em particular, naquela para cobrir picos de consumo acompanhados por valores tarifários unitários inferiores ao custo de provisão do serviço).

Dependendo do país e de sua regulamentação, o preço da energia nos mercados atacadistas ou o encargo variável pago pelos usuários finais podem variar em função da hora do dia ou mês do ano. Isso, em geral, é assim no caso dos usuários industriais e comerciais, enquanto que, em usuários regulados, quando o distribuidor também cumpre a função de comercializador, é comum que as tarifas sejam volumétricas com encargos variáveis maiores do que o encargo variável da energia. Os avanços que estão ocorrendo nos países desenvolvidos em relação às redes inteligentes podem ser um guia para entender os possíveis impactos.

A princípio, a instalação de medidores inteligentes residenciais, com capacidade de receber a informação em tempo real fornecida por seu provedor (ou, eventualmente, outro agente do setor), permite aos usuários realizar ajustes dinâmicos da demanda com base na informação recebida e, portanto, contribuir para um maior nível de eficiência no mercado. Essa tecnologia é, além disso, o instrumento que habilita a implementação da geração distribuída. Por meio de uma conexão bidirecional, os usuários residenciais, industriais ou pequenas e médias empresas que tenham feito investimentos em painéis solares ou outras fontes de energia renovável e estejam conectados ao sistema, podem gerar eletricidade e injetar energia na rede de forma descentralizada. Assim, se permite a incorporação de uma oferta mais granular.

A entrada dessas fontes de energia será favorecida à medida que as tecnologias renováveis

de pequena escala se tornarem mais baratas. Por sua vez, os desenvolvimentos tecnológicos na área de armazenamento de energia elétrica (baterias) permitem que os geradores distribuídos possam vender o excedente de sua geração ao sistema com maior flexibilidade temporal, enquanto os veículos elétricos podem servir para armazenar energia prestando serviços de modulação de demanda, armazenando energia quando o valor da eletricidade é baixo.

## Granularidade no transporte urbano de passageiros

As plataformas digitais de economia compartilhada constituem um novo modelo de negócio que faz a intermediação entre a oferta de motoristas e a demanda por viagens, gerando alterações no funcionamento e no equilíbrio do sistema de mobilidade. Essas plataformas permitem a seus usuários aceder a um serviço semelhante ao oferecido pelos táxis (prestadores tradicionais de serviço de transporte local, individual ou para pequenos grupos de viajantes), mas com algumas peculiaridades: as tarifas são dinâmicas, portanto atendem aos sinais da demanda; possuem mecanismos de reserva de viagens (embora a inovação nesta dimensão seja apenas a plataforma utilizada); e a oferta é mais flexível, adaptando-se via sinalização de preço às condições de relativa escassez. De acordo com as evidências até o momento, a utilização desses serviços repercute principalmente de forma negativa em outros meios de transporte tradicionais (margem intensiva), incluindo o transporte público individual ou pequenos grupos como os táxis, sem um efeito claro sobre a realização de novas viagens (margem extensiva) (ver Rayle, Dai, Chan, Cervero e Shaheen, 2016, e Gehrke, Félix e Reardon, 2018).

A oferta tradicional deste tipo de serviço caracteriza-se por regulamentações que, por um lado, limitam a entrada (licenças) e, por outro, impõem restrições sobre as tarifas. Essa rigidez não se deve a um desconhecimento das tarifas sazonais (*peak-load pricing*), mas sim tem o propósito de dar aos usuários maior certeza sobre o valor total da viagem. As principais diferenças com as plataformas de economia de compartilhamento digital são claras. Para operar em uma plataforma não é necessário ter uma licença, mas sim cumprir com os requisitos de prestação do serviço. Em relação às tarifas, o sistema digital

evoluiu a ponto de indicar previamente a tarifa da viagem e, ao mesmo tempo, aplicar tarifas dinâmicas. As plataformas também se caracterizam por uma oferta (horária e geográfica) mais flexível, ou seja, os motoristas podem decidir oferecer seus serviços de acordo com a remuneração esperada em determinado horário do dia ou área da cidade. Dessa forma, quando a demanda por viagens aumenta, a tarifa dinâmica aumenta, atrai mais motoristas ao mercado e o equilíbrio se ajusta às condições de oferta e demanda local e temporal.

O surgimento de plataformas digitais de economia compartilhada introduziu um debate a respeito da interação com o resto do sistema. Em particular, discute a convivência com os serviços tradicionais de táxi e o impacto que possuem no resto do sistema de transporte urbano.

Quanto ao primeiro desafio, em muitos países as plataformas são consideradas ilegais. Em outros países foram legalizadas, como é o caso do Uruguai. No caso da sua incorporação como modo alternativo de transporte urbano, o desafio regulatório se baseia na adaptação destas modalidades de transporte, dadas as diferenças nos modelos de negócio dos táxis e plataformas. A estratégia das plataformas baseia-se em explorar a externalidade cruzada entre os dois tipos de usuários (motoristas e passageiros) por meio de subsídios com o objetivo de ampliar sua participação no mercado. Mas, uma vez que conseguem tirar proveito das economias de escala, essas plataformas podem gerar uma dinâmica que promove a concentração de mercado, deslocando modos ou atores tradicionais. A consequência futura é uma substituição de sistemas (do tradicional para o moderno) que, na ausência de regulamentação, geraria um aumento de preços para os usuários e comissões para as operadoras, e uma redução na receita dos governos locais devido ao deslocamento dos táxis e do controle de transporte urbano (este ponto é abordado no capítulo 4).

Em relação ao segundo desafio, as plataformas modificam as decisões das famílias e dos usuários do transporte público, desestimulando a compra de veículos próprios, mas também gerando uma substituição do transporte público em favor das plataformas, conforme mencionado anteriormente. Isso poderia ter

implicações para a sustentabilidade econômica do transporte público se parte da substituição viesse a reduzir significativamente esse tipo de viagens, incorporando uma nova dimensão aos fatores determinantes da política de preços e subsídios.<sup>62</sup> No entanto, atualmente está sendo considerado um valor potencial relativo dessas plataformas, visto que apresentam vantagens em respeito ao transporte coletivo de passageiros para satisfazer a demanda em áreas de baixa densidade populacional e baixa capilaridade do transporte público (com custos fixos menores, mas com custos variáveis mais elevados). De qualquer forma, ainda não existe consenso sobre qual alternativa oferece o serviço de cobertura com menor custo. Em caso de resultar benéfica, esta vantagem poderia ser considerada como uma complementaridade, cumprindo o papel de alimentador dos pontos de transbordo, e mais no futuro, fazendo parte de um sistema de mobilidade como serviço, o qual integraria vários modos de transporte a um plano de subscrição.

## A digitalização em outros setores de infraestrutura

### Água potável e saneamento

As novas tecnologias aplicadas ao setor de água e a saneamento podem afetar as dimensões das lacunas de serviço por meio de diferentes canais. O Box 5 detalha as tecnologias que permitem medir com precisão as perdas de água em áreas específicas (distritos hidrométricos), gerar mapas de tubulações por meio de sistemas de informações geográficas (SIG), e outras medidas para otimizar a infraestrutura. Também detalha os avanços tecnológicos na gestão da carteira de clientes (medição inteligente, coleta de dados em tempo real, etc.) e de controle de qualidade do serviço (monitoramento à distância).

<sup>62</sup> As políticas de subsídios ao transporte de passageiros consideram os diferentes conflitos entre seu papel redistributivo (pela via de acesso e capacidade de pagamento) e seu efeito sobre a eficiência (pela dificuldade de justificar preços abaixo dos custos dos sistemas de transporte alternativos, fortes economias de escala ou alcance, ou externalidades que justifiquem preços abaixo dos custos).

## Box 5 Digitalização no setor de água potável e saneamento

Fonte: Zipitria (2020)

As novas tecnologias do setor podem ser agrupadas em função das atividades que podem ser melhoradas. A seguir são descritas algumas, por grupo de atividades.

### ● Controles sobre a infraestrutura:

- Distritos Hidrométricos (*District Metered Areas*, ou DMA por sua sigla em inglês): Esta tecnologia permite medir com precisão as perdas de água no sistema, a partir de dados obtidos em medidores (analógicos ou digitais), sistemas de informação geográfica, modelos hidráulicos e de qualidade da água, sistemas de transmissão remota sem fio e celulares de transmissão remota e transdutores de pressão. Com essas tecnologias, se pode construir um distrito hidrométrico, monitorar o desempenho da rede, detectar vazamentos com precisão e realizar reparos de maneira “cirúrgica”, evitando a substituição desnecessária da rede.
- Sistema de informações geográficas (SIG): permite georreferenciar a rede de dutos das empresas. Esta informação pode ser fixada no mapa e processada em computador.
- Modelos hidráulicos e de qualidade da água: estes modelos utilizam algoritmos para resolver sistemas hidráulicos, em particular, para validar o desenho de tubos novos ou reabilitados.

### ● Gestão da carteira de clientes:

- Infraestrutura de medição avançada (AMI): É um componente da rede que permite à empresa obter leituras de medição a qualquer momento, sem a necessidade de leitores manuais, aplicável a áreas onde o consumo pode ser medido.
- Controle de supervisão e aquisição de dados (SCADA, por sua sigla em inglês): É um programa que permite automatizar a coleta de dados em tempo real. A telemetria faz parte desses instrumentos e permite acessar dados e controlar o sistema à distância.
- Sistemas de informação gerencial: Esta tecnologia permite integrar informações que muitas vezes estão dispersas dentro da empresa (faturamento, relacionamento com os clientes, gestão de ativos, etc.), monitorar de forma mais adequada o consumo não faturado e o uso da água e gerar informações para atendimento ao cliente.

### ● Controles de qualidade do serviço.

- Monitoramento da qualidade de água à distância: Estes sistemas permitem controlar a qualidade da água (turbidez, pH, condutividade, cloro residual, carbono orgânico total) à distância, sob um sistema de redes inteligente.

**Box 6****Adoção de tecnologias pela Barbados Water Authority (BWA)**

Fonte: Zipitria (2020).

A Barbados Water Authority (BWA) é a entidade responsável pela prestação de serviços de água potável, saneamento e tratamento de águas residuais nas áreas de Bridgetown e Costa Sul de Barbados. Esta empresa adotou um conjunto de novas tecnologias, entre elas modelos hidráulicos, sistemas de informação de gestão, sistemas de gestão de relacionamento com os clientes, sistemas de informação geográfica, controle de supervisão e aquisição de dados e medição inteligente.

Segundo Arniella (2017), embora a BWA tenha aumentado a sua capacidade e uma parte de seus funcionários tenha melhorado a sua capacidade para aquisição e implementação das tecnologias, “em geral, parece que o pessoal da empresa ainda carece de competência, treinamento e motivação necessários para aproveitar ao máximo os benefícios” das tecnologias (p. 37).

Este caso destaca a importância de identificar as capacidades que devem ter as empresas para adotar as tecnologias e integrá-las aos processos produtivos existentes. Uma vez satisfeitos os requisitos da relação custo-benefício, a implementação da adaptação tecnológica envolve ajustes prévios, compromissos com os trabalhadores e treinamento de pessoal ou a contratação de especialistas, para alcançar condições de sustentabilidade em longo prazo.

Por sua vez, o Box 6 ilustra a experiência da autoridade hídrica de Barbados na introdução da digitalização na gestão de serviços. Essa experiência alerta para a falta de capacidade da empresa para tirar proveito destes desenvolvimentos.

## Logística

O setor de logística (urbana e interurbana) tem sido muito dinâmico na adoção dos avanços da digitalização. O Box 7 detalha as tecnologias que têm sido usadas em serviços de logística, em particular os dispositivos de coleta de dados, tecnologias de redes e conectividade, plataformas de *softwares* e soluções específicas. Capelli e Gartner (2020) alertam sobre os riscos de que esse avanço digital seja aproveitado por empresas de grande porte, ampliando uma lacuna relativa com operadoras menores.



## Box 7 As novas tecnologias digitais no setor de logística

Fonte: Capelli e Gartner (2020).

As novas tecnologias digitais utilizadas em serviços logísticos podem ser classificadas em quatro categorias: (i) novos dispositivos para coleta de dados, (ii) tecnologias de redes e conectividade, (iii) plataformas ou tecnologias de *softwares* e (iv) aplicativos ou soluções específicas construídas sobre a camada de *software*.

**Tabela**  
**Classificação das novas tecnologias de logística**

<b>Categoria</b>	<b>Tecnologia</b>
Dispositivos	Impressão 3D, robótica, sistemas inteligentes de transporte, telemática, inteligência artificial
Redes e conectividade	Internet das coisas, conectividade 5G
Plataformas ou tecnologias	Aprendizado automático, analítica avançada e exploração de dados, computação na nuvem, realidade virtual ou aumentada
Aplicações ou soluções específicas	Cibersegurança, bolsas de carga, armazenamento compartilhado, <i>Blockchain</i> , Redes sociais, comércio eletrônico

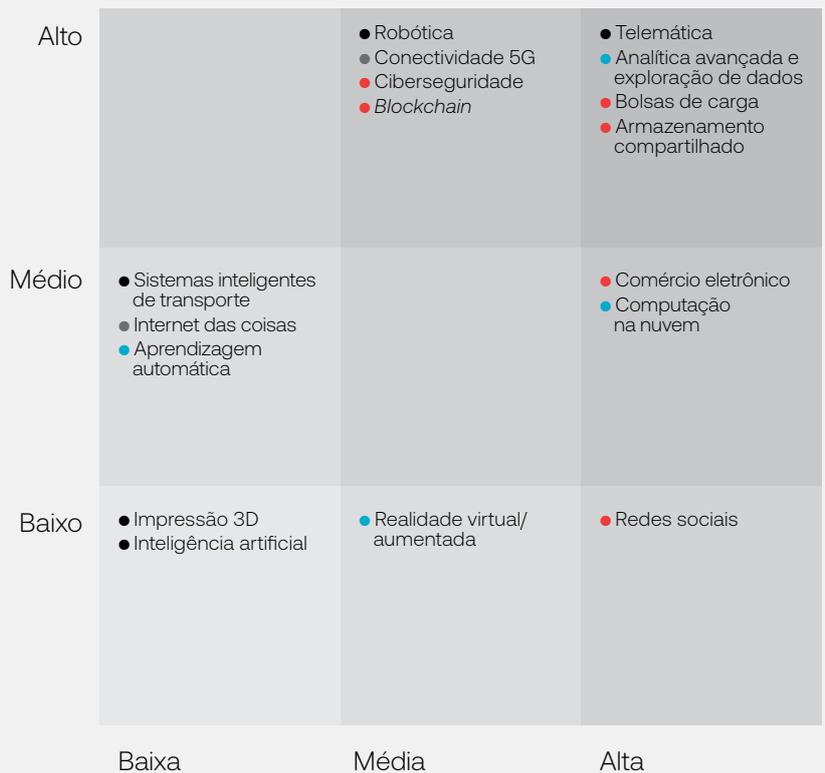
É provável que boa parte destas tecnologias seja introduzida pelos grandes fornecedores de carga, ou pelos operadores de logística de maior escala. Além disso, a taxa de adoção desses aplicativos responde em grande medida ao ritmo da inovação no setor privado.

Por outro lado, embora tenha sido antecipado que as lacunas de serviço devam ser analisadas por tipo de produto e cadeia de abastecimento, alguns destes desenvolvimentos podem ter impactos muito importantes, independentemente da cadeia (por exemplo, tecnologias associadas a maior disponibilidade de dados e sua posterior exploração e análise), enquanto que o impacto de outros desenvolvimentos poderia ser menor ou nulo a curto prazo (por exemplo, impressão 3D e realidade virtual ou aumentada).



**Figura 1**  
**Impacto das tecnologias na redução das lacunas de serviços**

**Impacto**



**Aplicabilidade**

Grupo

- Dispositivos
- Conectividade
- Plataformas/tecnologias
- Aplicações/soluções específicas

O Box 8 apresenta uma breve referência do impacto da digitalização nos serviços de logística urbana. Na ausência de medições de lacunas de serviço, os efeitos desses desenvolvimentos são, por enquanto, conceituais. Nesse sentido, os boxes apresentam uma sugestão das dimensões a serem investigadas em futuros trabalhos empíricos.

### **Box 8** **Impacto da digitalização nas lacunas de serviço no transporte urbano de mercadorias**

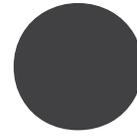
Fonte: Steer (2020).

Para os serviços de distribuição de cargas, a digitalização permite melhorar a eficiência das entregas, reduzindo os custos do serviço, por exemplo, através da otimização do percurso utilizando informação de roteamento e informação de tráfego em tempo real. Desta forma, se pode planejar o percurso em função do aproveitamento de pontos de carga e descarga, conseguindo um resultado de entregas com uma frota menor.

Estes sistemas de informação devem ser complementados com uma melhor coordenação entre distribuidores, transportadores e receptores, minimizando os tempos de entrega e reduzindo o impacto dos caminhões estacionados, muitas vezes nas vias públicas e até mesmo na infraestrutura destinada a pedestres e bicicletas.



# 3



## COVID-19: a aceleração da digitalização e implicações para os serviços

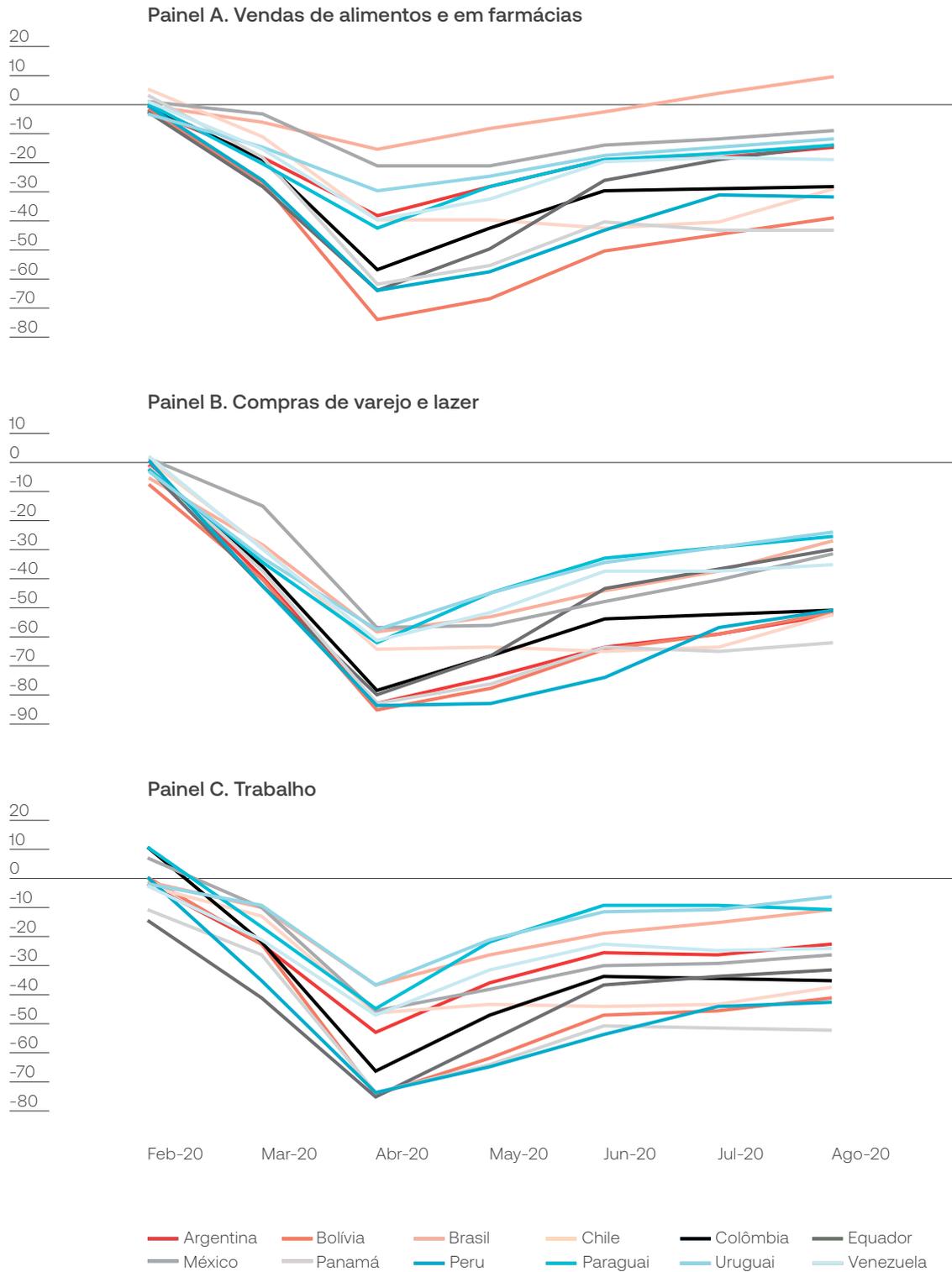
### A COVID-19 e a aceleração da digitalização

A pandemia da doença causada pelo coronavírus (COVID-19) expôs as economias do mundo a múltiplos desafios. O vírus começou a se manifestar na ALC entre fevereiro e março de 2020 (poucos meses após o anúncio do surto na cidade chinesa de Wuhan, ocorrido no final de 2019). As autoridades tiveram que tomar medidas de isolamento, distanciamento e controle, buscando conter os contágios e resolvendo, de diferentes formas os impactos dessas medidas nos diversos setores econômicos e sociais, nas finanças públicas, na saúde, no emprego e na educação.

Em setembro de 2020, ainda não havia sinais de reversão e as sociedades latino-americanas foram adaptando as medidas de política para transitar o caminho em direção a uma nova normalidade, convivendo com o vírus à espera por uma vacina. Por exemplo, alguns poucos países, como Uruguai, Trinidad e Tobago e Paraguai, onde a pandemia não tinha chegado com tanta força, tinham voltado a uma situação praticamente normal, com poucos casos, tanto de incidência quanto de óbitos, enquanto os demais países passavam diferentes estágios de reversão das medidas iniciais. O impacto econômico da pandemia na região tem sido forte: as projeções do CAF apontavam para uma queda do PIB regional de 8,7 pontos em 2020 (em comparação com uma queda de 3,9 pontos em nível mundial, de acordo com o consenso da Bloomberg). O impacto em termos de vidas também foi importante: em setembro de 2020, a mortalidade por COVID-19 alcançava 470 casos

**Gráfico 34**  
**Intensidade da mobilidade em países selecionados da América Latina**

Fonte: Elaboração própria com base no Google Mobility Trends (2020)



Notas: os dados correspondem a variações percentuais (em escala de 100) em relação às datas de referência estabelecidas pelo Google (que não coincidem necessariamente com as políticas de confinamento das respectivas economias), e são reportadas como média mensal dos valores diários.

por milhão de habitantes (frente aos 114 em nível mundial), empurrada pela alta taxa de incidência no Brasil (aproximadamente 20.000 contagiados e 600 falecidos, por milhão de habitantes) e México (5.000 contagiados e 535 mortes para cada milhão de habitantes) e pelas altas taxas de incidência e mortalidade no Peru (21.500 casos e 932 óbitos por milhão de habitantes).<sup>63</sup>

Diante dessa situação, as tecnologias digitais foram essenciais para neutralizar ou mitigar os efeitos do isolamento e facilitar o funcionamento dos sistemas econômicos. Muitos dos avanços, que se estimava ocorreriam com maior ou menor velocidade em um futuro, foram implementados em poucos meses nos setores de saúde, trabalho e educação, comércio eletrônico, entretenimento, comunicação audiovisual e diversos setores de infraestrutura, por meio de inovações ou aperfeiçoamento de desenvolvimentos existentes.

De acordo com as estatísticas publicadas pelo *Google Mobility Trends*, a mobilidade caiu entre 40% e 80% no mês mais crítico da quarentena (abril de 2020), dependendo do país e da atividade (compras de alimentos e farmácias, trabalho e

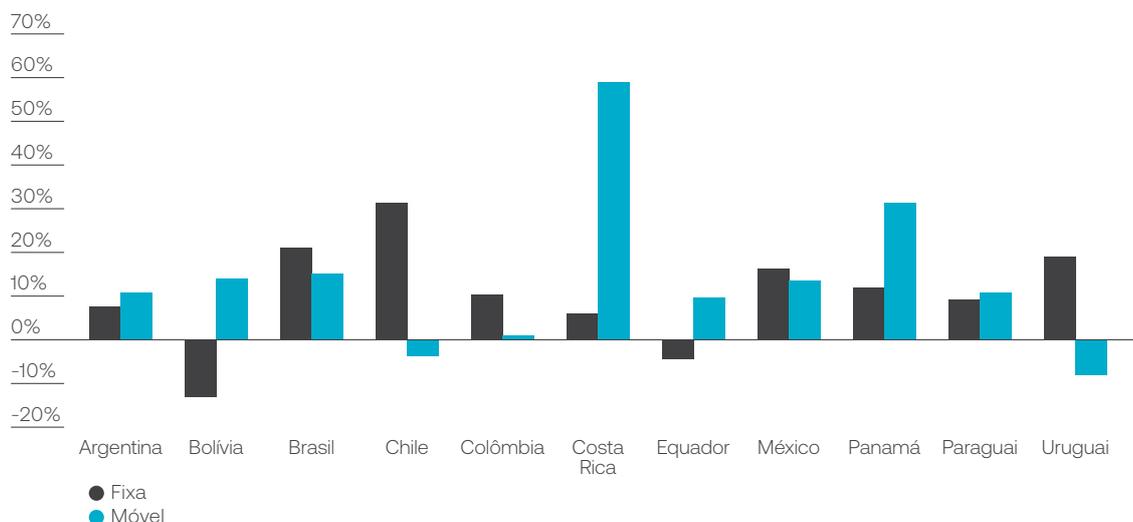
outras compras, e recreação). Em agosto de 2020, as restrições à mobilidade continuavam, embora em menor intensidade (em geral) e dependendo do país, sem necessariamente significar um maior número de viagens. A maior recuperação na intensidade da mobilidade tinha ocorrido no Uruguai e no Paraguai (os países com menor incidência de COVID-19 na região), mas também no Brasil (que em agosto de 2020 ainda apresentava elevado número de casos de contágio) e México.

Ao mesmo tempo, um estudo realizado pela CEPAL (2020) para Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e México mostrava que, entre o primeiro e o segundo trimestres de 2020, o tráfego de dados em sites e o uso de aplicativos tinha aumentado mais de 300% em função do teletrabalho, 150% pelo comércio eletrônico e 60% para educação online.

Essa mudança no padrão de movimentos, de pessoas a dados, gerou preocupações iniciais sobre o efeito do aumento exponencial do tráfego e do trabalho na nuvem sobre a qualidade do serviço durante os primeiros meses da pandemia (como ocorreu em maior ou menor grau no Chile, Equador,

**Gráfico 35**  
**Velocidade de download de dados em rede fixa e móvel, julho de 2020 em comparação a fevereiro de 2020**

Fonte: Ookla/Speedtest.



63 Dados de meados de setembro de 2020.

Brasil ou México),<sup>64</sup> mas elas foram se dissipando em função dos fatos. De acordo com as medições de julho de 2020, a velocidade da banda larga superava os níveis de fevereiro deste mesmo ano na maioria dos países da região, mantendo uma restrição de banda larga fixa em casos pontuais como Bolívia e Equador (o Gráfico 35 ilustra a velocidade de banda larga, mas uma situação semelhante ocorreu com a redução da latência).

Os desenvolvimentos digitais foram muito úteis em diferentes áreas e tiveram um papel preponderante na contribuição para a dinâmica socioeconômica dos países. A seguir, são detalhados exemplos de desenvolvimentos nas áreas da saúde, educação e trabalho.

## Saúde

O setor da saúde se viu direta e especialmente afetado pela pandemia. Os países adotaram diferentes medidas para o diagnóstico e controle da transmissão comunitária do vírus, bem como para o tratamento das pessoas contagiadas.

Neste contexto, a digitalização contribuiu para o setor de saúde por meio de um melhor uso de dados (para controlar contágios e a propagação), plataformas (por exemplo, CoronaApp na Colômbia, Coronavirus-SUS no Brasil ou CuidAr na Argentina), e sistemas de rastreamento de casos (Peru e Uruguai).<sup>65</sup>

Em países desenvolvidos foram registrados avanços em matéria de inteligência artificial (por exemplo, controle de temperatura em espaços abertos), drones (para distribuir insumos médicos) e robôs (para desinfetar locais públicos ou entregar medicamentos). De fato, segundo destaca CAF (2020d), em vários desses países a convergência do 5G com outras tecnologias de análise avançada, como *big data*, inteligência artificial e armazenamento na nuvem foram muito úteis para melhorar o tratamento da doença, reduzir o tempo de resposta, o trabalho manual e prevenir novos contágios por meio de monitoramento. Esses desenvolvimentos têm tido menos espaço na América Latina pela necessidade de priorizar os escassos recursos em pessoal e insumos médicos.

## Trabalho

A COVID-19 gerou uma disrupção no mercado de trabalho, devido à necessidade de adequação da força de trabalho para a realização de atividades à distância, por meio de plataformas virtuais (para realizar reuniões, informar, coordenar e acompanhar o andamento das tarefas com sua equipe). Este tipo de atividade depende das condições estruturais dos países (mercados de trabalho, níveis de formalidade, estruturas produtivas e qualidade da infraestrutura digital).

Uma condição específica da atividade é a viabilidade de trabalhar à distância com conexão digital (teletrabalho), sendo mais provável nos setores dos serviços profissionais e técnicos e em educação, e muito pouco provável nos setores agropecuários, na construção ou na indústria manufatureira. Segundo a CEPAL (2020), a probabilidade de teletrabalho é de aproximadamente 21% na ALC (se situa entre os 15% na Bolívia e 31% no Uruguai, respectivamente mínimo e máximo na região), muito inferior a dos países desenvolvidos (cerca de 45% nos países nórdicos e 40% nos EUA).

## Educação

A situação de pandemia obrigou a suspensão das aulas presenciais e a migração, na medida do possível, para o formato virtual. Para isso, foram colocadas em operação ou atualizadas plataformas virtuais (*MS Teams*, *Google Meet*, *Zoom*). O potencial de aproveitamento destas soluções depende, por um lado, da conectividade e qualidade das conexões e, por outro, dos recursos humanos capacitados para entregar conteúdos num formato inovador.

Os benefícios dos avanços da digitalização nos setores de saúde, educação ou no mercado de trabalho não podem ser aproveitados pelos usuários finais (nem por empresas ou governos) se existirem lacunas nos serviços prestados pelas TICs. De acordo com o diagnóstico realizado no Capítulo 2, ainda existe uma porcentagem significativa de usuários que não têm acesso a estas tecnologias (ver Tabela 8), especialmente

<sup>64</sup> O aumento no fluxo de dados para atender as novas necessidades de teletrabalho e da realização de videoconferências para diferentes atividades econômicas, pessoais e sociais pode congestionar redes (em função da sua capacidade) e componentes-chave, como roteadores nos domicílios.

<sup>65</sup> A implementação destas plataformas reavivou o debate sobre a preocupação por proteção de dados pessoais.

## As TICs permitiram atenuar os efeitos econômicos e sociais da COVID-19. No entanto, as lacunas digitais limitaram estes benefícios em educação, trabalho e domicílios de baixa renda.

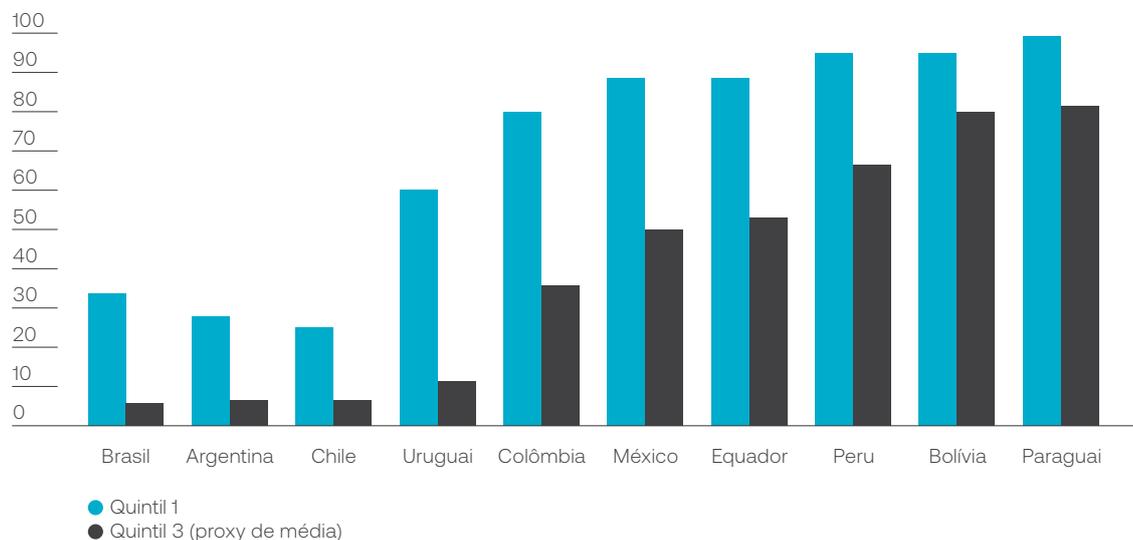


em populações mais vulneráveis a problemas de saúde (pessoas com mais de 65 anos). No entanto, mesmo tendo conexão, o serviço pode ser caro para o usuário (como mostra o Gráfico 25 para o quintil de renda mais baixa) ou de baixa qualidade (como, por exemplo, na Bolívia, Paraguai e Colômbia, conforme ilustrado na Tabela 8), ou a taxa de uso pode ser baixa (ver CAF, 2020d, em particular, no relativo à resiliência digital doméstica).

No caso da educação, as lacunas de acesso globais podem esconder uma problemática específica do setor. Ao definir o acesso sobre a população relevante (crianças em idade escolar), as lacunas são importantes para a média dos domicílios no Paraguai, Bolívia, Peru, Equador e México, e ainda mais se for focado em domicílios de baixa renda (somando-se aos anteriores Colômbia e Uruguai). Mesmo nos países que apresentam melhor

**Gráfico 36**  
**Porcentagem de crianças em domicílios sem acesso à Internet (média e primeiro quintil)**

Fonte: CEPAL (2020).



Notas: A média está aproximada com o quintil 3.

conectividade, pelo menos 25% das crianças pertencentes ao primeiro quintil de renda não têm conexão digital (ver Gráfico 36). A elaboração de outros indicadores (como a porcentagem de domicílios com número suficiente de computadores) levaria a uma conclusão semelhante.

Em resumo, a pandemia por COVID-19 afetou sociedades em múltiplos aspectos (pessoais, econômicos e sociais). Esta crise inesperada causou perdas significativas, tanto de vidas como em outras dimensões. Nesse contexto, as TICs possibilitaram mitigar os efeitos negativos da crise, contribuindo não somente para a área da saúde, mas também para diferentes atividades econômicas e sociais. No entanto, os benefícios da digitalização não foram, necessariamente, apropriados por toda a população da região, a julgar pela presença de lacunas digitais, tanto absolutas (de acesso físico ou capacidade de pagamento por essas tecnologias, qualidade, capacidade de reconversão, uso de inovações, etc.) como relativas (maiores deficiências em domicílios de baixa renda, áreas rurais, usuários específicos como crianças ou idosos, ou trabalhadores em atividades econômicas com pouca probabilidade de teletrabalho).

## Impacto da COVID-19 por setores de infraestrutura

### Transporte urbano de pessoas

A pandemia de COVID-19 produziu uma forte mudança na mobilidade das pessoas. Em função da intensidade do problema nas diferentes cidades, os países focaram na implementação

de medidas de isolamento, distanciamento e biossegurança que protegessem os usuários e operadores de transporte público. Para isso, fixaram limites de ocupação nos sistemas de transporte e favoreceram grupos de passageiros (por exemplo, trabalhadores essenciais) e incentivaram a micromobilidade, especialmente a bicicleta (ver Azan, 2020a e 2020b para o caso de Bogotá). No mês mais crítico (abril de 2020), a mobilidade caiu entre 40% e 80% dependendo do país e atividade (ver Gráfico 34)<sup>66</sup> e, embora tenha ido se ajustando ao longo do tempo dependendo das estratégias locais, não tinha voltado ao normal em agosto de 2020.

Estas mudanças afetaram o desempenho do serviço de transporte massivo, colocando em risco a sua viabilidade financeira e abrindo um novo capítulo sobre esta dimensão dentro do modelo de mobilidade sustentável, na região e no mundo. A viabilidade financeira é um problema que, além da estratégia seguida pelos países quanto à capacidade de recuperação de custos, se vê afetada pelas restrições que os governos enfrentam (maior déficit fiscal) para fornecer recursos adicionais. É por isso que resulta importante avaliar alternativas de prestação de serviços (por exemplo, que qualidade pode ser alcançada com a oferta existente, quais aumentos de oferta são necessários para atingir diferentes objetivos de qualidade, novas condições que devem ser aplicadas aos prestadores de serviços, etc.) e suas implicações para o seu custo e seus instrumentos de financiamento. Alguns autores vêm considerando métodos alternativos de obtenção de recursos, como, por exemplo, cobranças por congestionamento ou apropriação de parte da reavaliação do solo, a ser aportada por beneficiários externos do sistema de transporte (Brockmeyer, em Euroclima, 2020).

Outro problema que afeta o transporte público está relacionado à biossegurança, em particular, à transmissão do vírus (principalmente nos meios fechados, como os ônibus ou metrô, com espaço limitado, poucas ferramentas de controle para identificar passageiros doentes, ou falta de limpeza das superfícies). Este problema coloca em risco as estratégias associadas com aumentar a intensidade de uso, apesar de ainda não haver evidências conclusivas de que a suspensão

<sup>66</sup> Tirachini e Cats (2020) estimam que a queda no uso do transporte público na Região de Santiago, na semana seguinte às medidas de confinamento, oscilou entre 30% e 40% para usuários de baixa renda e acima de 70% para usuários de alta renda, refletindo uma importante lacuna relativa (na dimensão renda). Essas lacunas podem se aprofundar se os usuários de renda mais alta tiverem melhores opções para sua locomoção, movendo-se em transporte privado ou trabalhando em casa (ver também Musselwhite, Avineri e Susilo, 2020).

## O transporte massivo enfrenta múltiplos desafios: financeiros, de adaptação à intensidade de uso da nova normalidade, de avanços do serviço informal, de segurança pessoal e de gênero.



do transporte público seja uma medida eficaz para prevenir contágios e a propagação do vírus (Musselwhite et al., 2020).

Diferentes estratégias têm sido implementadas ao redor do mundo quanto à intensidade do uso do transporte, em alguns casos complementados com ferramentas para evitar a propagação do vírus. Por exemplo, em um extremo, foram definidas restrições ao uso da capacidade (12 pessoas por ônibus e 32 pessoas por vagão de trem na Austrália), ou diretrizes oficiais para desencorajar o uso de transporte público (Reino Unido e Países Baixos). Em um caso intermediário, a autoridade de Montevideu implementou uma estratégia de gestão da oferta em função dos passageiros transportados (seguindo um parâmetro de transportar no máximo 45 passageiros, o que corresponde a ocupação de assentos mais 10 pessoas em pé), ajustando a quantidade de serviços, as frequências de linhas ou inclusive autorizando novas linhas.<sup>67</sup>

No outro extremo, existem experiências nas quais se permitiram altas taxas de ocupação em períodos de pico, acompanhadas por recomendações de uso de máscaras (Taiwan)<sup>68</sup> ou não falar durante a viagem (Cingapura, durante a reabertura), com pouco impacto em termos de contágios. No caso da Coreia do Sul, as autoridades do Seul e Seul Metrô estabeleceram diretrizes sobre viagens de metrô, especificando medidas informativas, de precaução (proibição de passageiros sem máscaras) ou de operação (introdução de trens com operação automática ou evitando paradas em estações congestionadas) dependendo do nível de congestionamento.<sup>69</sup> Por fim, o Grupo Colaborativo de Modelagem de COVID e Mobilidade em Colômbia (2020) elaborou uma proposta para atualizar as normas de biossegurança sobre distanciamento e ações esperadas por parte dos passageiros<sup>70</sup>, com base em cinco fatores para reduzir o contágio (proteção facial adequada, não falar, ventilação sem recirculação, duração da viagem —mais curta— e limpeza de superfícies).<sup>71</sup>

<sup>67</sup> Ver informações sobre a readequação do transporte público na Prefeitura de Montevideu (2020a) e sobre a incorporação de linhas na Prefeitura de Montevideu (2020b).

<sup>68</sup> Embora não existam resultados precisos a respeito da eficácia do uso de máscaras para reduzir a transmissão do vírus, estas medidas, ainda sendo imperfeitas, parecem produzir benefícios quando seu uso é massivo (ver Sadik-Khan e Solomonow, 2020).

<sup>69</sup> Ver Seoul Metropolitan Government (2020).

<sup>70</sup> A proposta foi baseada em um marco desenvolvido pela New Urban Mobility Alliance (NUMO). Para mais informações sobre as ações desta aliança, consulte seu site <https://www.numo.global/>

<sup>71</sup> Segundo esta proposta, a capacidade operacional poderia aumentar de 40% para 85% para trens e bondes, de 40% para 70% para ônibus articulados, de 40% para 55% para ônibus convencionais e vans, e de 25% para 63% para sistemas por cabos. Além disso, o escalonamento dos horários de entrada e saída do trabalho (principalmente em áreas de maior concentração) permitiria reduzir a pressão sobre o sistema nos horários de pico, para a mesma capacidade operativa média, e inclusive aumentaria a capacidade média.

Em outra dimensão, surgiram preocupações sobre o espaço que podem ocupar ou ganhar os serviços informais, em decorrência das restrições sobre a intensidade de uso dos sistemas formais<sup>72</sup>. Igualmente, apareceram temores sobre possíveis aumentos da evasão no pagamento pelo uso do serviço, a partir de medidas sugeridas para controlar o contágio entre passageiros e entre eles e o motorista (como separar a seção do motorista, ou entrar nas unidades pelas portas intermediárias ou traseiras, ou reduzir as instâncias de controle), retroalimentando o problema de viabilidade financeira (Tirachini e Cats, 2020).

Finalmente, as mudanças descritas podem ter efeitos sobre a dimensão de gênero (Palácios, 2020). A falta de consideração em torno dos deslocamentos associados a empregos informais ou destinos relacionados a atividades domésticas e de cuidado (onde as mulheres têm alta participação) no planejamento do transporte, ou a construção ou ampliação de ciclovias sem iluminação e sistemas de vigilância, entre outros, podem aumentar diferentes dimensões nesta lacuna relativa.

Durante o ano de 2020, no âmbito da COVID-19, foram introduzidos novos desenvolvimentos digitais e atualizados os empreendimentos existentes, aplicados à mobilidade das pessoas. Um exemplo são as diferentes plataformas que fornecem informações úteis para evitar aglomerações, gerenciadas por agentes privados (por exemplo, Google Maps, Transit Service, Moovit) ou públicos (ferrovias de Holanda e Japão e rede de ônibus de Cingapura, de acordo com Tirachini e Cats, 2020). Outro tipo de desenvolvimento apontou para o monitoramento de pessoas através do celular de forma generalizada (CuidAr na Argentina, Coronavírus-SUS no Brasil e CoronaApp na Colômbia) ou individualmente para o acompanhamento de casos de COVID-19 (Peru e Uruguai). A tecnologia digital também foi utilizada para acomodar as frequências de serviços visando maximizar o número de passageiros a serem transportados com a oferta existente, levando em conta as restrições impostas pelos regulamentos de biossegurança (por exemplo, o Metrô de Washington (D.C), em linha com as sugestões e recomendações do Grupo Colaborativo de Modelagem de Covid e Mobilidade da Colômbia.

Por outro lado, os sistemas de pagamento eletrônico agilizam o fluxo de passageiros em uma unidade, contribuindo para a redução de aglomerações.

Com o uso de sistemas eletrônicos, pode ser considerada a possibilidade de tarifação horária para reduzir a carga nos horários de pico. No entanto, medidas desse tipo podem ter um efeito sobre as lacunas relativas, especialmente se aqueles que mudam seus padrões de viagem são usuários de baixa renda.

Por último, a promoção de serviços sob demanda serve para aliviar a demanda por transporte público de massa, mas possivelmente operando em redes (de contatos) mais limitadas (Kucharski e Cats, 2020; ver também observações realizadas na seção “A digitalização no transporte urbano de pessoas” do capítulo 2).

## Logística urbana

Há alguns anos, a digitalização já tinha sido essencial para o surgimento de inovações tecnológicas, como as plataformas para transações (Mercado Livre) e os serviços de monitoramento na distribuição de cargas e serviços de distribuição capilar (Pedidos Já, Rappi, Glovo). Essas atividades, e em particular a logística urbana, foram afetadas pela situação de pandemia causada pela COVID-19, principalmente associadas a mudanças (forçadas) nos padrões de consumo. A cadeia logística do comércio eletrônico ganhou espaço em relação às transações tradicionais, mesmo em um contexto de crise: por exemplo, o tráfego de dados em sites web e o uso de aplicativos relacionados ao comércio eletrônico aumentaram mais de 150% entre o primeiro e o segundo trimestre de 2020, de acordo com um estudo realizado pela CEPAL (2020) na Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e México.

Nesse contexto, podem-se identificar tendências com potencial impacto na caracterização da lacuna de serviços logísticos na América Latina, muitas delas com incidência nos entornos urbanos.<sup>73</sup> Em primeiro lugar, o aumento acentuado na utilização de plataformas de comércio eletrônico para aquisição de bens

<sup>72</sup> Existem algumas referências com respeito a esses avanços (por exemplo, em Lima). Embora seja razoável considerar que o risco de contágio é maior no transporte informal, não há evidências concretas.

<sup>73</sup> A lista de tendências não é exaustiva. Para mais detalhes, ver Capelli e Gartner (2020).

e serviços vem acompanhado por uma maior atomização das cargas e entregas em domicílios particulares, enquanto que um redirecionamento da demanda tradicional dos grandes centros de consumo para locais comerciais nas proximidades produzem um efeito semelhante, mas focalizado em lojas de menor escala (e, certamente, com menos infraestrutura para carga e descarga). Além disso, a distribuição capilar tem padrões específicos de carga na dimensão geográfica e temporal (por exemplo, em locais de comida no horário de almoço ou jantar). A isto se acrescenta que as plataformas desenvolvidas para o transporte de pessoas (Uber ou Cabify) se readaptaram naqueles lugares onde não o tinham feito antes da situação de pandemia, para participar no transporte de pequenas cargas ou entregas a domicílio de uma importante quantidade e variedade de produtos (Uber Eats ou Cabify Entregas). Essas mudanças afetam o uso do espaço público, especificamente as ruas e calçadas que não foram projetadas anteriormente para carga e descarga. Na ausência de planejamento, uma mudança nos padrões de distribuição (para pequenos negócios ou para residências) pode chegar a significar ocupação do espaço público, acidentes viários e poluição ambiental (ver em Palacios, 2020, os casos de Nueva York e Bogotá).

Em segundo lugar, as tendências da motorização privada nas cidades a partir da aversão ao uso do transporte público, juntamente com os aumentos da mobilidade local relacionada à logística, poderiam levar a níveis mais elevados de congestionamento (ou em problemas relacionados à segurança, no caso de motocicletas).

Em terceiro lugar, as mudanças nos padrões de comércio, em favor do comércio eletrônico, podem exigir um maior desenvolvimento de áreas seguras (em termos de biossegurança) que devem ser implementadas, por exemplo, em áreas específicas de troca e retirada (como as caixas de depósitos ou *lockers*).

Por último, podem ser criadas oportunidades e melhoras de condições para a rastreabilidade de produtos (por exemplo, certificações “livre de COVID” ou outros critérios de biossegurança) como forma de acessar os mercados locais (e internacionais).

## Água Potável e Saneamento

Os serviços de água potável e saneamento têm desempenhado um papel fundamental no contexto da pandemia causada pela COVID-19, dada a importância do recurso nas medidas sanitárias (por exemplo, lavagens frequentes de mãos com água e sabão). No entanto, o primeiro obstáculo enfrentado por algumas áreas da região (principalmente as zonas vulneráveis em aglomerações urbanas e áreas rurais) é a falta de acesso à água.

Conforme documenta CAF (Rojas, 2020), os operadores do setor têm enfrentado dificuldades e desafios, tanto operacionais (por exigências e requerimentos de qualidade da água e de reabilitação do serviço a usuários desconectados), como financeiros (em um contexto de crescente não cumprimento do pagamento). Esta situação está em sintonia com outros setores de infraestrutura que possuem obrigações amplas de prestação de serviços. Embora as autoridades tenham contribuído com a compra de insumos ou autorizando a utilização de fundos de reserva aos operadores para cobrir os custos de funcionamento, as dificuldades fiscais têm limitado o alcance deste tipo de intervenções.

No futuro, o setor terá que se ajustar a uma condição de prestação de serviço, sem garantias de que se recuperem rapidamente as taxas de cobrança prévias à pandemia e sem o apoio dos recursos públicos (pelo menos nos próximos anos). Dessa forma, se apresenta um espaço para planos e políticas que apontem para fontes alternativas de financiamento dos serviços e medidas para a prestação eficiente do serviço (em termos de custos).

Neste contexto, a crise atual apresenta uma oportunidade para o uso de tecnologias digitais que contribuam para a redução de custos e gestão estratégica do recurso a médio e longo prazos. O Box 5 (no Capítulo 2) e CAF (Alonso Daher, 2020) detalham algumas inovações tecnológicas que permitem melhorar o desempenho operacional e comercial, com efeito potencial nas dimensões qualidade e custo do serviço. Na dimensão operacional, por exemplo, têm sido desenvolvidas tecnologias que permitem automatizar o controle de qualidade, por meio do monitoramento e dosagem de produtos químicos de maneira remota, ou o gerenciamento hidráulico de redes, mediante sistemas autônomos que adaptam o abastecimento de água aos padrões de consumo (temporal e geograficamente) por meio de controle do nível em reservatórios, bombeamento,

abertura ou fechamento de válvulas de setorização e pressão. Na dimensão comercial, existem ferramentas que permitem automatizar a gestão do cadastro (identificando diferentes grupos de usuários que requeiram algum tipo de tratamento especial, por priorização ou por tarifa social focalizada), a leitura de medidores (aplicável a áreas onde é possível introduzir medidores inteligentes) ou certos serviços (como canais de pagamento eletrônico ou atendimento remoto ao cliente). Por fim, existem ferramentas de planejamento que permitem aos sistemas se preparar para eventualidades (como a atual situação de pandemia por COVID-19), propondo cenários hipotéticos e simulando a melhor forma de enfrentá-los e formulando procedimentos e mecanismos de ação específicos para cada caso, que permitam continuar prestando um serviço essencial como é o fornecimento de água.

## Energia elétrica

A energia elétrica é chave para o funcionamento de todos os setores (econômicos, sociais e de infraestrutura) considerados em maior ou menor alcance neste capítulo. A pandemia impactou o setor elétrico, principalmente por meio de dois canais de demanda. Por um lado, o nível de consumo global foi reduzido, acompanhando o nível de atividade.<sup>74</sup> Por outro lado, verificou-se uma redistribuição do consumo entre usuários (desde consumo industrial e comercial até o consumo residencial) e a nível geográfico, ao aumentar a carga nos domicílios (produto das restrições de mobilidade e do teletrabalho).

Embora não se conheçam casos de problemas de qualidade do serviço decorrente dessas mudanças, esta é uma dimensão que exige atenção caso as mudanças se tornem permanentes. Igualmente, não é claro o efeito de médio e longo prazos sobre a demanda de energia elétrica (de fato, em alguns países, como o Brasil, o declínio estava se revertendo em setembro de 2020), mas caso se estenda no tempo pode ter implicações na organização do despacho dos diferentes sistemas.

Tal como nos outros setores analisados, os operadores do setor têm enfrentado dificuldades operacionais (de prestação de serviços) e financeiras (em um contexto de crescente não cumprimento de pagamentos),<sup>75</sup> com possíveis riscos na cadeia de pagamentos. No setor elétrico, em particular, acrescenta-se um fator adicional: como resultado de políticas setoriais de longo prazo, muitos contratos de fornecimento (como, por exemplo, de fontes renováveis, mas também de geração térmica de longo prazo) são remunerados em dólares, e as condições atuais dificultam o repasse para as tarifas ou a absorção por outros elos do setor (distribuição). Nesta condição encontram-se vários países cuja moeda sofreu uma desvalorização real (como Brasil, Argentina ou México).

Nesse contexto, as agendas de medidas para a nova normalidade buscarão sinergias entre a recuperação (ou crescimento) e os objetivos climáticos, de forma que se continuará tendo como objetivo o fortalecimento e a promoção da energia sustentável. Nesse sentido, diversos componentes da REI (analisados no Capítulo 2) relacionados com a demanda podem contribuir nessa direção. Por exemplo, os medidores inteligentes (mais geralmente a AMI) são úteis para a tomada de decisões sobre eficiência energética e, no nível do sistema, para ajudar a melhorar o gerenciamento de equilíbrio e distribuição de cargas. No entanto, é possível que, dadas as restrições financeiras que as economias enfrentarão nos próximos anos, a transição para sistemas mais descentralizados e verdes seja mais lenta.

<sup>74</sup> Isto também aconteceu no setor energético, em geral, em nível mundial (ao que se soma uma menor demanda por transporte, devido a restrições à mobilidade impostas por diferentes países). De fato, durante uns dias de abril de 2020 teve lugar um evento sem precedentes: o preço do petróleo chegou a ser “negativo”.

<sup>75</sup> Alguns exemplos da região ilustram as medidas tomadas sobre o pagamento por parte dos usuários: Argentina e Equador proibiram o corte do serviço (Argentina também congelou preços e tarifas), Colômbia permitiu diferir o pagamento da fatura de serviço a usuários de extratos 1 e 2 (aproximadamente um terço dos usuários), Chile permitiu o mesmo para a população vulnerável e Panamá para toda a população.



# 4

## Desafios e oportunidades: investimentos, regulações e políticas públicas

As mudanças tecnológicas ocorridas no setor das telecomunicações revolucionaram o seu funcionamento, principalmente com a massificação da conectividade e a melhoria da sua qualidade. Este setor certamente continuará sujeito a inovações (como o 5G), que afetarão não somente os setores de tecnologia da comunicação e informação propriamente ditos, mas também outros setores de infraestrutura, como a energia elétrica e transporte, impactos que estão documentados nos Capítulos 2 e 3. Conforme mencionado, no caso da energia elétrica a tecnologia permanece a mesma de meio século atrás em muitos aspectos; as mudanças tecnológicas associadas à digitalização apenas começaram a ter impacto a partir de 2010. No caso do transporte e da mobilidade nas cidades, especialmente no transporte de passageiros, também houve melhorias notáveis na última década, a partir da introdução da digitalização. Esses são os setores nos quais este relatório se

concentra, embora existam outros, como o de logística, que também passarão por mudanças importantes. Por último, na área de água e saneamento, embora o setor enfrente problemas mais básicos (cobertura —especialmente rural—, tratamento de águas servidas, demanda crescente e menor oferta de água), espera-se que as novas tecnologias permitam otimizar e fornecer um serviço melhor e fazer um uso mais eficiente dos recursos. De qualquer forma, esses avanços se aprofundarão no futuro, por isso é importante antecipar as intervenções (modificações regulatórias, investimentos ou ações de políticas públicas) necessárias para uma rápida adaptação dos setores de infraestrutura e um aproveitamento dos benefícios que oferecem as mudanças tecnológicas.

As mudanças previstas na área regulatória frente aos desenvolvimentos tecnológicos e a digitalização dos setores de infraestrutura



econômica podem variar desde meramente adaptativas até grandes ajustes nos marcos regulatórios setoriais comuns aos países da América Latina, incluindo potencialmente a reestruturação setorial. A premissa para a energia elétrica é que, devido às condições especiais do setor, em que a demanda e a oferta de energia elétrica devem ser iguais a cada momento, a autoridade reguladora deve coordenar os agentes e, portanto, coordenar também as inovações que sejam introduzidas no setor. Um exemplo é a necessidade de modificar a regulação para permitir a incorporação eficiente de novas tecnologias no setor de distribuição de energia elétrica.

Por outro lado, as vantagens das novas tecnologias serão mais bem aproveitadas se o segmento de distribuição possa ser separado em dois: comercializadores de energia elétrica que disputam os clientes, oferecendo planos adaptados às suas necessidades, e um operador regulado de redes em cada área de distribuição. Isso permite, juntamente com a introdução dos medidores digitais, o surgimento de novos serviços e planos para os clientes, incluindo geração e armazenamento distribuído, que é menos efetivo quando as redes e a comercialização estão integradas em um único ator. Em alguns casos, essa separação constitui uma mudança significativa no modelo de negócio, enquanto que, em outros, envolve a inclusão de pequenos usuários nas atividades existentes de comercialização. Outro aspecto importante, mas independente, é que deve se incentivar operadores monopolistas, que gerenciam as redes físicas, para que introduzam as novas tecnologias (medidores inteligentes, sensores inteligentes, etc.) para obter um sistema mais resiliente e de melhor qualidade e que

facilite acomodar a geração e o armazenamento distribuído.

Em relação ao transporte público urbano, a premissa é que, embora as autoridades possam introduzir inovações, em muitos casos os desafios para a regulação e o planejamento do transporte se concentram na adaptação às mudanças que ocorrem com a maior disponibilidade de informação e a entrada de novos modos e serviços não regulamentados. Essa entrada tem aumentado nos últimos anos, com serviços de plataforma de viagens (como Uber e Cabify) ou com modos de micromobilidade (bicicletas e patinetes elétricos) em paralelo com atores de distribuição capilar de mercadorias (no qual participam versões de plataformas de viagens e outros específicos), e continuará mudando com a futura possibilidade de veículos autônomos. As definições regulatórias estão focadas na integração desses novos modos nos esquemas de transporte público existente e em como fazê-lo, buscando melhorar a acessibilidade, reduzir o custo da mobilidade e melhorar as dimensões da qualidade do serviço para o usuário (tempo de viagem, segurança, conforto, etc.) e o ordenamento do espaço público.

A digitalização pode ser uma grande aliada para o desenvolvimento de infraestruturas sustentáveis, resilientes e de qualidade, através da implementação de sistemas de gestão e monitoramento, e apoiando-se na coleta, processamento e transmissão de dados.<sup>76</sup> Esses avanços são importantes para processos de tomada de decisões preventivas (em caso de possíveis impactos de eventos disruptivos) ou corretivas (em casos de emergência, para restabelecer os diversos serviços com

<sup>76</sup> Isto é, incorporar de forma sistematizada a identificação de riscos e mitigantes em relação às capacidades, habilidades e tempos de resposta dos sistemas a determinadas ameaças pode produzir uma série de benefícios quanto à confiabilidade da prestação de serviços, vida útil dos ativos, custos de reparação e manutenção e eficiência na prestação de serviços (OCDE, 2018).

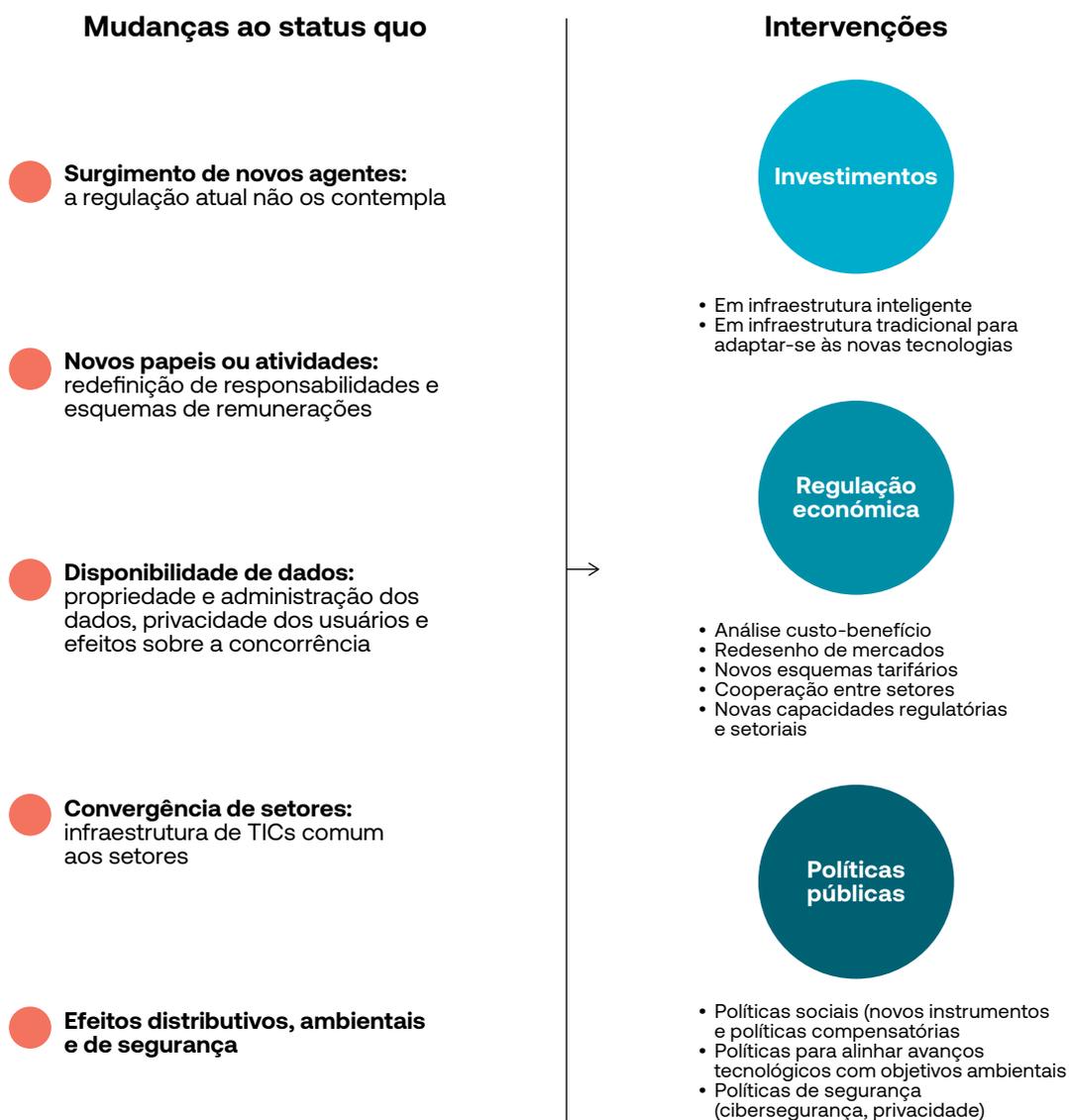
prioridade em áreas vulneráveis ou pontos de interesse estratégico, como hospitais, centros de segurança, entre outros).

Este capítulo começa com um breve diagnóstico da situação regulatória nos países da região. Em seguida, em função das mudanças tecnológicas que possuem um impacto direto nos setores

de energia elétrica e transporte urbano, são analisadas as oportunidades de intervenção por meio de três instrumentos: modificações na regulação setorial, investimentos e políticas públicas. A Figura 3 apresenta um guia para as mudanças que serão analisadas nos setores e as intervenções nessas três áreas.

**Figura 3**  
**Mudanças nos setores e intervenções derivadas de novas tecnologias**

Fonte: Elaboração própria.



## Contexto regulatório na região

Na maioria dos países da América Latina e Caribe, os setores de infraestrutura estão pouco desenvolvidos no que diz respeito a suas instituições, principalmente ao analisar sua qualidade. Embora sejam utilizados diferentes modelos regulatórios, na maioria dos países se observa uma forte presença de entidades públicas em alguns setores, o que tem levado ao longo dos anos a uma relação de dependência desses mercados com o setor público. Isto é evidenciado por um elevado nível de subsídios, que visam financiar investimentos, mas também resolver situações de déficit operacional.

Em linhas gerais, o setor elétrico na ALC está pouco desenvolvido em termos de sua estrutura de mercado e institucionalidade. Em alguns países ainda existe uma forte integração de serviços, de maneira que uma empresa (privada regulamentada ou pública) desempenha as tarefas de geração, transmissão, distribuição e comercialização. Em outros países, o regulador elétrico não é independente do poder político, que intervém discricionariamente na fixação das tarifas, na escolha dos projetos a desenvolver e em outros aspectos de caráter técnico-econômico. A dependência do setor do poder político também pode ser percebida na magnitude dos subsídios que recebe. As tarifas de eletricidade na região são relativamente baixas em comparação com a América do Norte e a Europa (embora representem um percentual maior da renda, em comparação com esses países), o que se deve em parte a uma matriz energética enviesada para energias renováveis de baixo custo marginal (ver a seção “Síntese das lacunas de serviço nos setores de infraestrutura” do Capítulo 1), mas também podem estar influenciadas pela presença de subsídios. Esses subsídios poderiam carregar distorções que afetam negativamente a disponibilidade de insumos energéticos e, conseqüentemente, limitar a geração de energia elétrica.<sup>77</sup>

Do lado da oferta, é possível observar casos que vão desde modelos integrados (como o do

Paraguai), ou altamente integrados (caso da Costa Rica), a modelos de despacho administrado de centrais (modelo do Chile ou Peru) e modelos de esquemas de oferta (modelo da Colômbia). No primeiro, as empresas estatais estão presentes em todos os segmentos do setor (a iniciativa privada também participa da geração); no segundo, diferentes geradoras reportam os fatores técnicos a uma central de despacho ou operadora do sistema que se encarrega de emitir as ordens para que as centrais gerem de acordo com seu mérito; e na terceiro, os geradores fazem ofertas de abastecimento por hora para o dia seguinte ao mercado de energia e o operador do sistema ordena as ofertas de acordo com o seu custo. Nos modelos de despacho e esquemas de oferta, a transmissão e a distribuição estão a cargo de diferentes operadoras (públicas ou privados) e sujeitas ao controle de uma agência reguladora.

Em relação à comercialização de energia elétrica, predominam dois esquemas: um para clientes regulados, por meio da empresa de distribuição, e outro para os grandes clientes, que negociam diretamente com as empresas de geração (e às vezes com as empresas de comercialização). As empresas de distribuição compram a energia que precisam para seus clientes a um preço regulado com base nos custos esperados de energia do sistema ou em leilões de energia de longo prazo. Em alguns países, os clientes regulados têm planos de tarifas diferentes, mas a maior parte das receitas da empresa provém de clientes que usam taxas volumétricas, com tarifas fixas baixas e tarifas variáveis maiores que o custo variável de prestação do serviço por parte da empresa.<sup>78</sup>

Apenas os clientes comerciais e a pequena indústria recebem tarifas que refletem melhor os custos para a empresa de distribuição (com cobranças por potência máxima, por exemplo). No entanto, este esquema apresenta como inconveniente o fato de que a distribuidora ganha mais quando vende mais (uma tarifa volumétrica), por isso tem pouco incentivo para promover e desenvolver planos de abastecimento alternativos que possam reduzir as contas dos usuários (em linha com a eficiência energética). Além disso, não há incentivos para que a empresa de distribuição melhore a qualidade do serviço, uma vez que a regulação na maioria dos países cobra com base a uma norma técnica que estabelece padrões

<sup>77</sup> Ver Gertler, Lee e Mobarak (2017) e McRae (2015).

<sup>78</sup> Um exemplo é o Chile. Neste país, 97% dos clientes regulados possui tarifa volumétrica BT1, pese a que existem outras 12 tarifas para clientes residenciais, as quais consideram cobrança por energia e por potência máxima. O consumo elétrico de clientes BT1 é 45% das vendas da energia distribuidora (ISCI, 2019).

mínimos de qualidade e uma multa dissuasiva em caso contrário, mas não recompensa as empresas que superam os limites de qualidade. Além disso, em alguns países, a magnitude das multas não é dissuasiva – por exemplo, no Panamá, conforme relatado por Janson, 2019.

Por sua vez, os atuais esquemas regulatórios não estariam plenamente adaptados para acomodar as tecnologias REI e, portanto, não permitiriam minimizar os custos de investimento nem otimizar o uso da rede de distribuição neste novo contexto. Isso se deve, em primeiro lugar, ao fato de que eles são projetados para um sistema elétrico tradicional, incorporando geração distribuída e, em menor medida, a micro geração e a participação ativa na demanda. Em segundo lugar, os marcos regulatórios diferem entre os países e, portanto, não há consenso sobre as modificações necessárias. Por exemplo, na ALC existem empresas reguladas por preços máximos (*price caps*), com esquemas tradicionais de RPI-X<sup>79</sup> e com regulação por empresa eficiente, e outras com esquemas baseados em custos. Por último, eles têm desenhos que diferem entre os segmentos, especificamente de distribuição (*preços máximos*) e transporte (*limites de renda*).<sup>80</sup>

A implantação das REIs não ocorre da mesma maneira em todos os países da região, nem segue a mesma ordem. As regulações vão surgindo da mão dos diferentes elementos da REI ou quando se pretende desdobrar algumas delas pontualmente. Desta forma, o marco regulatório para as REIs se constrói com base em um conjunto de regulações sobre seus diversos componentes, (como geração distribuída, o armazenamento e os veículos elétricos), e os elementos essenciais para o seu surgimento, os medidores inteligentes. A Tabela 21 resume as principais normativas vigentes com respeito à geração distribuída, geração com fontes renováveis, incentivos fiscais para energia renovável, metas de participação de energia renovável e metas de penetração de veículos elétricos para países selecionados da ALC.

Enquanto o tratamento legal da geração distribuída e energias renováveis é generalizado, a normativa sobre critérios de penetração de veículos ou metas e incentivos fiscais para energias renováveis é mais limitada. Da mesma forma, a introdução de medidores digitais – de leitura automática (AMR, por sua sigla em inglês) ou de AMI – é mencionada nas normativas desses

**Tabela 21**  
**Comparação da regulação nos diferentes países**

Fonte: GPR Economia (2020) e BNamericas (2020).

Países	Regulação sobre Geração Distribuída	Regulação sobre geração com fontes renováveis	Incentivos fiscais para geração com base em ER	Metas sobre participação de energias renováveis	Regulação sobre penetração EVs	AMIs
Argentina	X	X	X	X		X <sup>(P)</sup>
Brasil	X	X	X			X
Chile	X	X			X	X <sup>(M)</sup>
Colômbia	X	X				X
Costa Rica	X					X <sup>(M)</sup>
El Salvador	X		X			
México	X			X	X	X <sup>(M)</sup>
Peru	X <sup>(A)</sup>	X				X <sup>(M)</sup>

Notas: (A) Projeto de Regulamento para Geração Distribuída. (M) Metas de implantação. (P) Em nível provincial.

<sup>79</sup> RPI menos X refere-se à forma de regulamentação de preços máximos desenvolvida no Reino Unido e usada em muitos países. O preço é ajustado automaticamente à evolução de preços de varejo (RPI, por sua sigla em inglês) do ano anterior e às melhorias de eficiência esperadas (X) durante o período de tempo em que a fórmula de ajuste de preço é aplicada. O X pode ser calculado mediante vários procedimentos.

<sup>80</sup> Ver detalhes em Li et al. (2015).

## Os esquemas regulatórios atuais não estão plenamente adaptados para incorporar a tecnologia digital.



países (ou, pelo menos, têm normas técnicas para sua instalação) e se preveem metas de instalação, mas na maioria dos países não se observam programas definidos para atingir essas metas. Brasil e Colômbia são dois dos países com maiores avanços no marco regulatório para a implantação das REIs; na Argentina, o progresso só é observado em nível dos estados (neste país, a regulação da distribuição fora da Área Metropolitana de Buenos Aires é estadual); no México, Costa Rica, Chile e Peru já foram estabelecidas metas para cumprimento futuro (GPR Economia, 2020). No entanto, o contexto internacional após a crise sanitária da COVID-19 certamente dificulta o cumprimento dessas metas. Por exemplo, se esperava uma redução de 25% nas remessas globais de medidores inteligentes em 2020 (BNamericas, 2020).

Do lado do setor de transporte urbano de passageiros, o espectro das regulações na América Latina tem sido bastante variado e seguido ciclos mundiais de fornecimento público ou privado, e de fornecimento descentralizado ou controlado pela autoridade (Gómez Ibáñez e Meyer, 1993, e Vasconcellos, 2002). Atualmente, existe um caso de alta regulação, Brasil, onde o transporte público é definido na Constituição Nacional como um serviço público essencial e as prefeituras ou municípios são responsáveis pela regulamentação e controle dos serviços (CAF, 2011b). Nos demais países da América Latina, o grau de controle depende, por um lado, do nível de desenvolvimento e das políticas setoriais e, por outro, das diversas autoridades responsáveis

pelo planejamento e gestão do transporte urbano (governo municipal, estadual, regional ou federal).

Os casos estudados em Besfamille e Figueroa (2020) fornecem evidências dessas diferenças. Na Região Metropolitana de Buenos Aires (RMBA) convivem três meios de transporte público massivo (ônibus, trens, metrô) com tradicionais modos de transporte individual e outros informais (vans). Os ônibus operam sob um marco regulatório local desde meados dos anos noventa, sob a modalidade de autorizações (as licitações têm sido a exceção) que foram sendo prorrogadas de forma automática a cada 10 anos,<sup>81</sup> sobre rotas pré-definidas (que incluem 15 corredores do Metrobús). Na regulação podem intervir até 3 níveis jurisdicionais (nacional, estadual e municipal), dependendo se a rota da linha cobre uma ou duas jurisdições (a Cidade Autônoma de Buenos Aires e a Província de Buenos Aires). Por sua vez, o sistema ferroviário de superfície é composto por 7 linhas (5 de operação estatal e 2 de gestão privada), e o metrô é atendido por uma operadora privada. Por último, existe um sistema de transporte fluvial, especialmente consolidado na zona Norte da AMBA, utilizado como meio de transporte diário pelos habitantes do Delta do Paraná (Escobar, San Fernando e Tigre). Nos últimos anos, houve avanços na integração intermodal, tanto física (centros de transbordo em diferentes pontos da cidade) como tarifária. Por outro lado, outras cidades seguem modelos mais abrangentes para seus sistemas de transporte público. Por exemplo, em Santiago existe uma Rede Metropolitana de Mobilidade (anteriormente conhecida como Transantiago), que opera

<sup>81</sup> Atualmente, se está trabalhando no desenho e aprovação de novas especificações para a licitação de serviços sob jurisdição nacional na RMBA.

sob um marco normativo consistente em uma complexa combinação de estatutos e regulações legais, normas judiciais e a prática real (a cargo da Subsecretaria de Transportes, dentro do Ministério dos Transportes e Telecomunicações).<sup>82</sup> O transporte público massivo é prestado através de ônibus urbanos, operados por concessionárias privadas, responsáveis por diversos serviços de cobertura troncal e local (em diversas modalidades, como regular, expresso, curto, etc.), da rede do Metrô e do Trem Central com seu serviço suburbano chamado MetroTren. Por sua vez, o Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) de Bogotá é considerado o eixo estruturante do sistema de mobilidade, operando sob um modelo de delegação da operação por zonas, com concessionárias responsáveis pela prestação do serviço de transporte público de passageiros, sob a tutela da Secretaria Distrital da Mobilidade e da entidade gestora do SITP (Transmilenio SA).

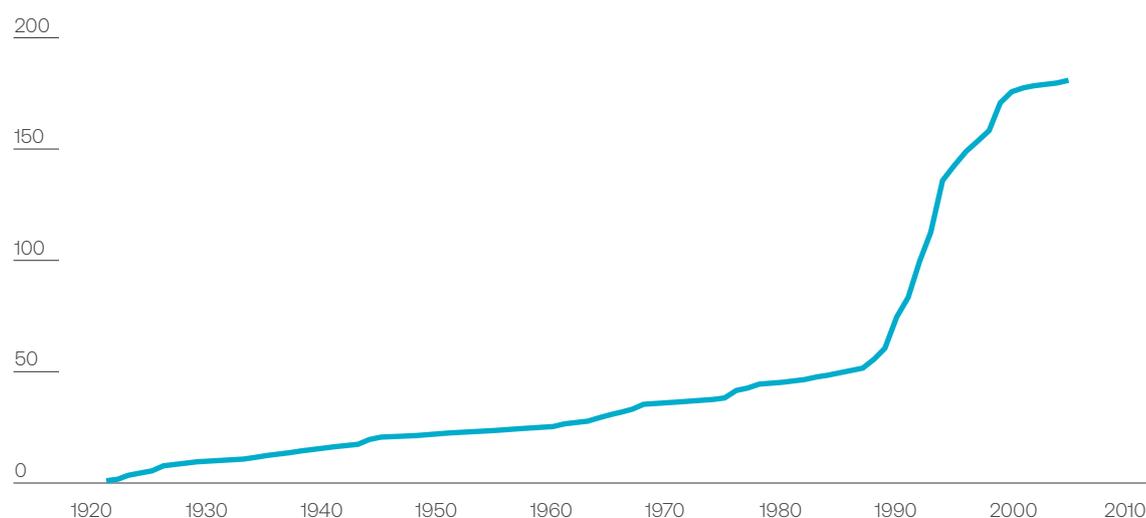
A área geográfica é atendida por ônibus que trafegam pelos componentes troncais (ônibus articulados e biarticulados), dual, alimentador, zonais, complementares e especiais e pelo teleférico (TransMiCable, para mobilização

urbana de trânsito rápido em Ciudad Bolívar, sul de Bogotá). Algumas cidades também implementaram políticas de controle e melhoria dos serviços de transporte público, seguindo modelos de mobilidade sustentável, incluindo casos que promoveram sistemas de transporte coletivo do tipo BRT (como, por exemplo, Curitiba, Quito, São Paulo, Lima, etc.) ou teleféricos (como La Paz, Cidade do México, Caracas ou Medellín). No entanto, esses desenvolvimentos não ficaram isentos de problemas de implementação (Hidalgo, van Laake e Quiñones, 2017).

Além desses desenvolvimentos, os sistemas informais seguem funcionando na região como um mecanismo para oferecer cobertura de transporte público e alimentador do sistema formal, inclusive em cidades com sistemas formais desenvolvidos, como Bogotá ou Cali (Heinrichs Goletz e Lenz, 2017).<sup>83</sup> De forma análoga, o transporte em micro-ônibus informais é a maneira mais comum de viajar entre La Paz e El Alto, na Bolívia, com uma tarifa que é a metade da taxa do teleférico (Rivas *et al.*, 2019). Outro caso é o Panamá, onde o sistema informal cobre 9% das viagens (Scorcia, 2018).

### Gráfico 37 Evolução do número de agências reguladoras na América Latina

Fonte: Polga-Hecimovich (2019).



<sup>82</sup> Também participam o Diretório de Transporte Público Metropolitano e o Painel de Especialistas do Transporte Público.

<sup>83</sup> Em Bogotá, as bicitaxis operam como alimentadores do Transmilenio, no bairro de Patio Bonito. Em Cali, também é comum o transporte informal, com veículos jipes4x4 e motocicletas servindo como táxis em bairros pobres.

Em muitas cidades, os sistemas massivos evoluíram para esquemas de tarifa integrada, que cobrem viagens que combinam trajetos em diferentes modos de transporte, por um período de tempo determinado (ou versões alternativas com descontos por seções). A integração dos esquemas tarifários, em qualquer caso, não modifica uma realidade do setor em que geralmente os investimentos, e em muitos casos a operação, são financiados em parte com subsídios (conforme ilustrado no Gráfico 20). Em condições normais, as diferentes autoridades locais decidem a combinação de fontes de receita para financiar a operação do serviço, que foi seriamente afetado durante a situação de crise a partir da pandemia de COVID-19.

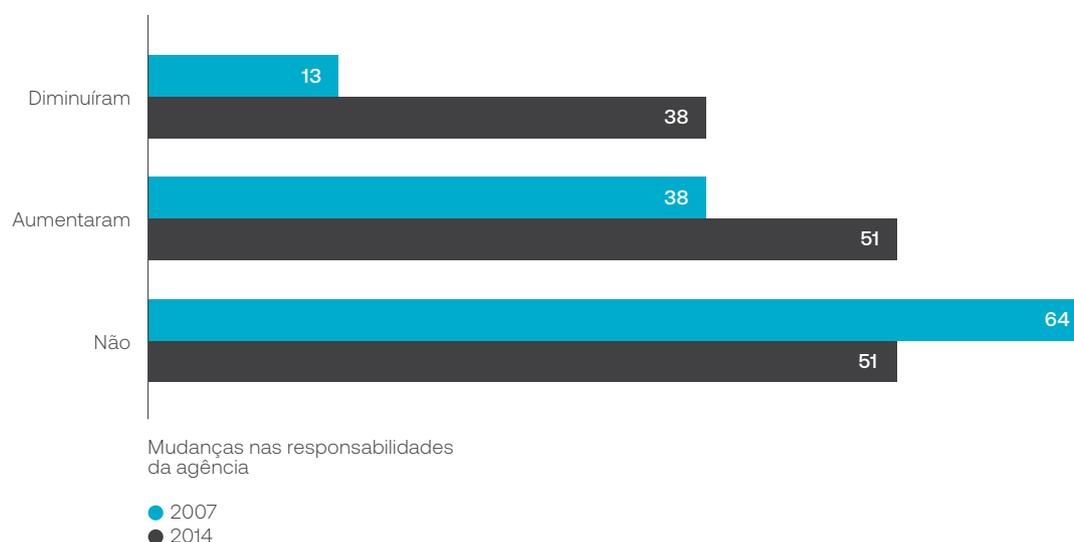
Um último ponto a considerar nesta seção é a importância do papel que desempenham os reguladores em termos de eficiência e qualidade dos serviços e da promoção da concorrência para o desenvolvimento de cada setor. Um regulador dependente de uma autoridade política não deixa espaço para que o mercado de novos serviços se desenvolva, dada a incerteza gerada pela possível intervenção discricionária do setor público sobre o regulador. Os países passaram por diferentes processos de mudança nos últimos 30 anos. Durante a década de 1990, a maioria dos países da América Latina estabeleceu reguladores econômicos independentes, com

a finalidade de supervisionar a execução dos contratos de concessão pelas concessionárias (o Gráfico 37 ilustra o crescimento do número de agências reguladoras no período de 1920-2010, destacando um grande salto entre 1990 e 2000).

O modelo do regulador foi se transformando a partir das diferentes conjunturas pelas quais passaram as empresas prestadoras de serviço (*utilities*). A primeira transformação se deu por uma mudança dentro do regulador, vinculada à diminuição de suas responsabilidades originais. Isso determinou que os reguladores deixassem de ser as agências autônomas pensadas na década de 1990 para se transformarem em agências técnicas responsáveis pelo fornecimento de insumos para que as principais decisões sejam adotadas pelo ministro responsável pela área (o Gráfico 38 mostra a relevância dessas mudanças entre 2007 e 2014). A segunda transformação, externa ao regulador, esteve dada pelo surgimento de empresas estatais, novas ou em decorrência de processos de estatização das anteriores, circunstância que impôs novos desafios às agências reguladoras, especialmente em questões relacionadas à sua autonomia. A mudança mais recente (ainda em curso) é determinada pela transformação digital do setor público, tanto em termos de transparência de dados quanto no uso de soluções digitais para melhorar a eficiência da gestão.

**Gráfico 38**  
**Responsabilidades regulatórias de agências do setor elétrico na América Latina**

Fonte: López Azumendi e Andrés (próxima publicação), com base em pesquisas realizadas em 2007 e 2014.



## Regulação Econômica

As lacunas de serviço de infraestrutura observadas na ALC, em relação a outras regiões, apresentam desafios significativos. As soluções tradicionais exigiriam investimentos, mecanismos institucionais e redesenho de mercados que introduzissem os incentivos corretos para a prestação de serviços de qualidade a uma ampla base de usuários ao menor custo possível. No entanto, em um contexto de mudança tecnológica, se apresenta a oportunidade de evoluir para setores de infraestrutura digitalizados.

Levando em consideração a diversidade regulatória de diferentes países, esta seção identifica e analisa cinco aspectos regulatórios cruciais para alcançar o potencial de digitalização nos setores:

1. Análise de custo-benefício.
2. Redesenho de mercados.
3. Novos esquemas tarifários.
4. Cooperação entre setores.
5. Novas capacidades regulatórias e setoriais

### Análise custo-benefício

A digitalização tem associados custos e benefícios. No caso particular da ALC, o nível de investimento necessário pode, por si só, ser um obstáculo ao seu desenvolvimento.

Antes de adotar qualquer nova tecnologia que possa ser onerosa para a sociedade, as empresas de serviços públicos e os países devem avaliar suas condições atuais e considerar a conveniência de implementá-la e incorporá-la aos setores. Para isso, é necessário estabelecer critérios para realizar uma cuidadosa análise de custo-benefício em nível de país, dado que dependem de múltiplos fatores (efeitos diretos sobre as diferentes dimensões dos serviços, as diferentes restrições, entre as quais se encontram padrões técnicos dos equipamentos e externalidades como redução de emissões de CO<sub>2</sub>). Esta análise deveria ser realizada individualmente para cada uma das tecnologias e projetos (medidores inteligentes, sensores inteligentes, REIs, plataformas de viagens, mobilidade como serviço, etc.). Por exemplo, no caso de medidores inteligentes, a Diretiva 2009/72/EC do Parlamento Europeu estabelece que os Estados-Membros deveriam garantir a sua

implementação, na medida em que satisfaçam uma avaliação econômica dos custos e benefícios em longo prazo para os consumidores individuais e para o mercado.

### Redesenho de mercados

A transição para setores digitalizados requer, na maioria dos casos, um novo desenho de mercado que permita incluir neste os novos agentes e considerar as novas funções de cada um dos atores. O redesenho proposto é baseado no objetivo de incorporar a digitalização de uma forma que minimize as lacunas de serviço.

No caso do setor de energia elétrica, os serviços que os medidores inteligentes podem prestar por si próprios, na ausência de mudanças institucionais, já são importantes. Entre eles estão um melhor monitoramento do estado da rede pela empresa distribuidora, uma redução das perdas na distribuição, um atendimento mais rápido em caso de cortes intempestivos, a observação do consumo dos domicílios em tempo real, a eliminação do custo de leitura do medidor e o acompanhamento dos cortes (por falta de pagamento) e a reposição do serviço a baixo custo para a distribuidora. Se forem adicionadas mudanças institucionais, será possível desenvolver a potencialidade das novas tecnologias em termos de planos diversos com novos serviços de valor agregado para os usuários, a modulação da demanda e, quando seja eficiente, a geração distribuída. Esses resultados potenciais podem reduzir a lacuna de serviço nas dimensões de custo e qualidade. Nesse setor, essas duas dimensões são as mais importantes visto que, com exceções específicas, a cobertura do serviço é elevada.

As mudanças institucionais necessárias incluem novos agentes para o mercado e a reconfiguração dos papéis de cada participante. Estes são:

- A separação das tarefas de distribuição e comercialização, com esquemas de remuneração diferenciados.
- O surgimento da figura do agregador de demanda.
- A criação da figura do operador do sistema de distribuição (OSD).
- O estabelecimento da figura do agregador de informação.

## O redesenho do setor elétrico implica uma separação entre a distribuição e comercialização e flexibilização tarifária, junto com outros papéis.



Em relação à primeira mudança institucional, em um esquema em que a comercialização se separa da distribuição, as empresas de comercialização competem para oferecer diferentes planos de serviço de energia elétrica aos consumidores. Normalmente, os comercializadores não apenas vendem a energia, mas enviam as contas e realizam o processo de cobrança. Além disso, pagam às empresas de distribuição pelo uso de suas redes para atender clientes, aos geradores pela energia que comercializam e aos agregadores de demanda por seus serviços na redução do custo de seus contratos e por outros serviços que fazem parte da conta elétrica dos clientes. As modificações na remuneração do componente de distribuição podem ser relativamente simples nos casos que estendem ao resto dos consumidores a separação existente para grandes usuários (quando os grandes usuários podem comprar energia diretamente de geradores ou comercializadores, a regulamentação costuma estar atualizada para permitir à empresa cobrar um pedágio pela distribuição física). Em outras ocasiões, a adaptação regulatória deve ser maior (por exemplo, em sistemas elétricos integrados verticalmente). Por sua vez, a introdução da figura dos comercializadores não exige medidores inteligentes, mas as possibilidades de criar planos diferenciados nesse caso são mais limitadas (pois os planos não podem incorporar variações horárias, por exemplo). Da mesma forma, a introdução de medidores sem comercializadores não garante os benefícios da digitalização, uma vez que os incentivos da distribuidora-comercializadora estão alinhados com as vendas, e não com comportamentos eficientes por parte dos consumidores. A combinação de comercializadores e medidores inteligentes

permite desenhar planos adequados para vários padrões de consumo horário e considerar o grau de eletrificação e de inteligência dos equipamentos elétricos nas residências, bem como a existência de geração distribuída, de veículos elétricos e outras características dos usuários da rede de distribuição.

É necessário que a autoridade reguladora estabeleça certos requisitos de transparência sobre os planos que permitam uma fácil comparação entre eles, por exemplo, por meio de sites especializados. Neles, um cliente pode determinar qual o valor de sua conta de eletricidade, atendendo a diferentes padrões de consumo, de acordo com os contratos que compara. Da mesma forma, é conveniente que a autoridade estabeleça regulações que promovam a concorrência e protejam os consumidores. Entre as regulações que promovem a concorrência estão aquelas que impedem as companhias negar aos clientes o cancelamento de seus contratos e dificultar seu traslado a outra empresa (fenômeno que ocorria na telefonia fixa e celular antes das mudanças na portabilidade numérica). Entre as normativas que protegem os consumidores estão aquelas que regulam as mudanças nas condições dos contratos e a existência de planos de último recurso para todos os clientes (Ros *et al*, 2018).

No esquema em que se separa a comercialização da distribuição, a empresa de distribuição tem um papel limitado. Não cobra diretamente dos clientes nem os abastece com eletricidade, mas sim fornece à rede através da qual os clientes recebem o abastecimento elétrico. Os usuários pagam ao comercializador, e é este quem paga a empresa de distribuição em nome de seus



clientes, a um preço regulado pela autoridade. A distribuidora deve continuar sendo regulada, pois presta um serviço monopolizado, o que se traduz em um valor que deve ser incorporado na conta dos clientes da empresa de comercialização. Essa configuração já existe em vários países, como a Argentina, para usuários de médio e grande portes, portanto, uma adaptação desse tipo seria menos onerosa.

A segunda inovação é o surgimento da figura do agregador de demanda em sistemas elétricos sofisticados, com inteligência de rede. O agregador de demanda é um agente que aproveita a existência de flexibilidades no consumo de usuários residenciais, pequenos comércios, indústrias e outras empresas, para oferecer reduções na demanda agregada ao sistema elétrico que achatam as variações de custos de curto prazo, como resultado de variações entre a oferta ou demanda.<sup>84</sup> A concorrência na comercialização, aliada à existência de medidores e equipamentos domésticos inteligentes, que fornecem informações sobre o consumo em tempo real (ou quase real), permite o surgimento de entidades que agrupam demandantes para oferecer reduções ou aumentos na demanda em troca de um pagamento. É interessante que esse tipo de agente é um dos poucos atores do sistema elétrico que pode aparecer espontaneamente, sem que seja necessária a criação de uma figura jurídica específica para o setor.

Os compradores dos serviços dos agregadores podem ser o operador do sistema, participando do mercado do dia anterior, os geradores diretamente ou os comercializadores.<sup>85</sup> Os agregadores negociam com suas contrapartes, oferecendo alternativas para nivelar a curva de custo que enfrentam. Uma última opção é que haja concorrência dos agregadores e que estes ofereçam seus serviços a uma nova entidade, o operador do mercado de distribuição (OMD), que participa como agregador de agregadores de flexibilidade de demanda, cobrando do operador geral do sistema elétrico as reduções

ou aumentos na demanda da área servida pela empresa de distribuição.

Em um esquema com agentes tais como fornecedores de energia distribuída, comercializadores e agregadores de demanda na distribuição, pode ser conveniente criar a figura do operador do sistema de distribuição (OSD), um agente que centralize as demandas e ofertas de energia na distribuição. Em um sistema integrado, no qual a distribuidora é a que fornece energia, não há necessidade de um operador do mercado de distribuição independente, mas isso muda quando se separa a comercialização da energia da operação da rede física. O OSD centraliza a informação instantânea sobre a demanda e o fornecimento de energia da rede de distribuição e a comunica ao operador do sistema (muitas vezes referido como operador do sistema de transmissão), transformando-se em um único demandante da rede, simplificando a tarefa do operador do sistema.<sup>86</sup> Além disso, pode reduzir os conflitos que podem surgir entre comercializadores e agregadores, ao representar uma entidade independente a qual chegam as informações sobre oferta e demanda na área de distribuição.<sup>87</sup>

A última mudança institucional mencionada tem como objetivo solucionar problemas relacionados com a informação gerada. Os medidores inteligentes são o instrumento para a geração de dados de consumo, que podem ser de grande utilidade para a operação e administração do sistema, mas também são úteis para fornecer o serviço de comercialização num quadro de concorrência ou para levar a cabo práticas de discriminação de preços na ausência de concorrência. Além disso, na etapa inicial da desintegração entre distribuição e comercialização, a empresa de distribuição tem todas as informações dos clientes, de modo que pode ser difícil para os potenciais concorrentes rivalizar com ela. Por outro lado, o aumento das informações que os medidores inteligentes fornecem pode levantar preocupações em respeito à privacidade de dados.

<sup>84</sup> Uma descrição dos papéis econômicos que fornecem os agregadores de demanda sob diferentes esquemas regulatórios aparece em Burger, Chaves Ávila, Battle e Pérez Arriaga (2017).

<sup>85</sup> É concebível que o comercializador esteja integrado a um agregador e ofereça planos com descontos na conta em troca de serviço de resposta de demanda ou de armazenamento (Fischer, 2020).

<sup>86</sup> O OSD pode ser uma divisão do operador do sistema ou um ente independente que represente os interesses dos demandantes e fornecedores na distribuição, caso em que podem potencialmente surgir conflitos entre estes agentes.

<sup>87</sup> Uma boa referência sobre a necessidade de passar de uma empresa integrada comercializadora-provedora de redes, que gerencia o sistema por meio de um operador de redes de distribuição para um OMD em um mercado desintegrado é Keay, Rhys e Robinson (2014).

Uma opção para solucionar esses problemas e riscos é a criação de uma instituição especializada e independente que seja a receptora das informações provenientes dos medidores e as disponibilize às comercializadoras de forma não discriminatória e com regras que protejam a privacidade dos clientes. Um esquema de mercado possível é que o agrupador de informações centralize essas informações e as envie aos comercializadores para que eles possam realizar o processo de cobrança das contas periódicas de seus clientes. Alternativamente, os dados podem ser geridos de forma descentralizada (cada empresa gerencia os seus próprios dados), o que representa uma vantagem em caso de falhas de segurança sobre os dados. No caso de centralização, a entidade deveria ter um objetivo limitado, a fim de operar com custos baixos. O serviço seria financiado pelos consumidores, como um pequeno custo fixo adicional em suas contas, a fim de manter a independência do agrupador de informações.

No caso do setor de transporte urbano, uma medida de redesenho de mercado que precisa ser considerada é a adaptação do marco regulatório frente as plataformas de economia compartilhada, como o Uber, e de compartilhamento de viagens e veículos. O surgimento dessas plataformas tem sido uma fonte de conflito que se tornou um problema para os governos da região.

Até agora, foram apresentadas diferentes soluções, como a de Montevidéu, que chegou a um acordo com as plataformas digitais para restringir o número de veículos autorizados a operar. Isso reduziu o conflito com os táxis tradicionais, embora às custas dos usuários. Os grandes beneficiários são os proprietários de licenças de táxi, cujo valor foi parcialmente recuperado, e principalmente as plataformas como o Uber. Esta plataforma se beneficia, tendo em vista que utiliza uma tarifa dinâmica que aumenta durante os horários de maior demanda. No modelo usual do Uber, conforme a tarifa aumenta, mais motoristas de Uber oferecem seus serviços e os usuários recebem o benefício de maior disponibilidade e preços mais baixos. Em Montevidéu, esse efeito não existe, e os aumentos das tarifas nos horários de pico são maiores do que se a oferta fosse flexível. Outras cidades da região administraram o conflito por meio de

proibições que não surtiram efeito, de modo que o conflito permanece latente.

Em qualquer caso, uma solução regulatória deveria considerar o efeito positivo no bem-estar proporcionado pela nova tecnologia utilizada pelas plataformas, visto que representa um avanço tecnológico em relação ao sistema anterior (sob o qual operam os táxis). Este avanço se deve ao fato de que permite servir áreas nas quais os táxis não operam, responder a pedidos e informar com antecedência o valor da viagem. Além disso, a oferta pode atender à demanda devido à tarifa flexível. Um efeito positivo adicional é obtido se, ao tornar a interação entre oferta e demanda mais eficiente, se consegue um menor tempo total de uso dos veículos.

Uma forma de regular esses serviços sem prejudicar os usuários é exigir padrões mínimos de todos os operadores de transporte automotivo. Esses padrões incluem a obrigação de disponibilizar seguros que protejam os passageiros, requisitos mínimos para os motoristas, transparência das informações da empresa para o regulador de transporte, obrigação de publicar relatórios de auditoria detalhados e anuais e o pagamento de impostos e contribuições trabalhistas. Por último, deveria ser exigido que os operadores de plataformas de transporte distribuído estejam legalmente instalados (constituídos) nos países em que operam, de forma que, em caso de conflito jurídico (por exemplo, com os usuários), haja uma contraparte nacional com responsabilidade legal. Espera-se, por outro lado, que os sistemas de táxis como os conhecemos hoje se atualizem, utilizando uma plataforma tecnológica própria ou mediante licenciamento de plataformas existentes. Obviamente, o elemento importante a considerar é o tratamento do valor da licença, em particular, se ela deve ser considerada abandonada (*stranded*).<sup>88</sup> Juntas, estas medidas tendem a igualar as condições regulatórias e competitivas entre ambos serviços de transporte.

Um problema dos novos serviços é o aumento do congestionamento devido à entrada livre de veículos nesses serviços baseados em plataformas. Embora esta seja uma apreensão válida, as novas plataformas facilitam o compartilhamento de viagens, aumentando a eficiência do transporte, especialmente em áreas periféricas pouco densas. Essas áreas não são bem servidas por serviços de

<sup>88</sup> A este respeito, existem duas instâncias relevantes para esta consideração: se o valor da licença desde a sua emissão inicial é amortizado ou não, ou se a licença tem valor porque é negociada no mercado secundário (após decorrido o período de amortização).

ônibus, nem pelos carros coletivos com rotas pré-estabelecidas ou pelos táxis.<sup>89</sup> Essas plataformas podem ser um complemento naqueles casos em que os sistemas convencionais de ônibus são muito caros para atender algumas localidades (Feigon e Murphy, 2016) e, no modo de uso compartilhado, poderiam ser subsidiadas para fornecer uma cobertura mínima à demanda dessas localidades a um custo menor.

Dependendo de quão relevante é a preocupação com o efeito de congestionamento das plataformas digitais (após considerar as eventuais compensações por carros e viagens compartilhadas), isso poderia ser corrigido mediante um imposto por congestionamento, variável por hora do dia (ou por grau de congestionamento) e por zona, e aplicável apenas aos táxis e veículos baseados nessas plataformas (dadas as dificuldades práticas e políticas de aplicá-lo a veículos particulares em geral). O imposto de congestionamento reduziria a quantidade de viagens para áreas congestionadas e, parcialmente, a renda por congestionamento de tarifas dinâmicas.<sup>90</sup> A consideração das plataformas dentro da oferta de transporte permitiria avançar em cenários de oferta integral de transporte urbano com uma modalidade de mobilidade como serviço. A integração dos diversos modos de transporte constituiria a transformação mais importante do setor e poderia ser a norma, mas em um futuro distante. Helsinque foi a primeira cidade a implementar a mobilidade como serviço (seguida de outras cidades, como Birmingham e Antuérpia), através de uma aplicação que concentra os vários modos de transporte, os quais dependem do plano mensal pago pelo usuário. Antes de implantar um amplo esquema de integração, há espaços para avanços parciais na regulação, como a consideração de novas formas de cobrança e pagamento por serviços de transporte que podem ser derivados de avanços digitais (por exemplo, pagamento por celular ou com cartão de crédito ou outro específico do sistema de transporte). Cabe destacar que a estrutura que pode adotar a mobilidade como serviço depende de cada caso em particular, que se vê alterada pela oferta dos serviços de transporte disponíveis em cada

cidade. Em qualquer caso, a região tem vários desafios pela frente.

Um deles é avançar na interoperabilidade entre sistemas de transporte com outros modais e sistemas de micromobilidade. No que diz respeito à cobertura geográfica (urbana e suburbana), um avanço nesse sentido levará seguramente a consideração de áreas regionais de transporte e a interação de diferentes níveis de governo, especialmente quando as áreas geográficas estendem os limites territoriais municipais ou mesmo estaduais (alguns exemplos de sistemas integrados de transporte foram citados na primeira seção deste capítulo). Isso implica desenvolver um modelo institucional e um modelo comercial que permita chegar a acordos com outros sistemas locais e regionais e contar como uma arrecadação unificada para casa sistema, inclusive com meios de pagamento diferentes. Aqui adquirem relevância a tecnologia, a arquitetura do sistema, a compatibilidade do *software* utilizado (se possível, que seja o mesmo) e quem tem o domínio do sistema, de preferência a autoridade de transporte da cidade (caso emblemático é o Consórcio Regional de transporte de Madri).

Por fim, a micromobilidade gera a necessidade de introduzir mudanças na gestão do uso do espaço público e na segurança viária. Isso implicar incorporar no planejamento urbano a localização das estações de bicicletas ou patinetes elétricos, para facilitar o acesso a esses modos sem que eles obstaculizem o sistema de transporte por má localização.<sup>91</sup>

No que diz respeito às mudanças na gestão e segurança viária, é importante ter em mente que os desenvolvimentos que estão ocorrendo no setor privado (por exemplo, sensores que alertam para riscos de colisão, como os desenvolvidos pela MobilEye da Intel). Nem devem ser esquecidos os impactos que poderiam ter as futuras mudanças nos modos de viagem, considerando a incorporação, no sistema de transporte, de tecnologias que permitem a comunicação entre veículos, a digitalização do ambiente urbano (por exemplo, as redes de semáforos), e a operação de veículos autônomos, drones e outros veículos não tripulados.

<sup>89</sup> Para os benefícios de viagens compartilhadas, ver Chan e Shaheen (2012) e Long, Tan e Szeto (2018).

<sup>90</sup> Esta última deve-se ao fato de o imposto sobre um serviço prestado em regime de concorrência imperfeita recair parcialmente sobre o prestador do serviço.

<sup>91</sup> Paralelamente, se somam a esta necessidade de regulação somam-se os desenvolvimentos dos últimos anos em logística urbana (muitos deles aprofundados durante o ano de 2020 como consequência da pandemia de COVID-19) e de mobilidade (carros compartilhados para trajetos pontuais ou frequentes). Um exemplo é a recente Lei de Trânsito e Transporte sancionada pela legislatura da Cidade Autônoma de Buenos Aires em julho de 2020.

## Tarifação de serviços

Os impactos da digitalização nas lacunas existentes nas dimensões de custo e qualidade e o envolvimento dos consumidores na provisão de serviços terão efeitos sobre a determinação das tarifas. Portanto, o terceiro aspecto regulatório relevante são as novas estruturas tarifárias. Na energia elétrica, a separação entre distribuição e comercialização permitirá que as empresas comercializadoras ofereçam diferentes planos de tarifas e concorram para incorporar clientes. Esses planos podem ter preços diferenciados por hora, por níveis de consumo, pela flexibilidade da demanda (especialmente no caso das empresas), pelo percentual de oferta proveniente de fontes renováveis não convencionais ou por outras variáveis de decisão. Isso dá aos usuários a possibilidade de reduzir o custo de suas contas mensais, modificar a forma como consomem energia elétrica ou escolher fontes de fornecimento que considerem ecologicamente mais aceitáveis, entre outros benefícios potenciais que a variedade de planos pode oferecer. Essas tarifas dinâmicas podem assumir diferentes formas, sendo a tarifa horária a versão mais flexível.

Considerando as novas funções do segmento de distribuição, a forma que assume a regulação tarifária para este segmento se adaptaria ao novo contexto. Este componente da tarifa já não incorpora o fornecimento de energia elétrica, e somente remunera o componente da infraestrutura de distribuição. A tarifa final de eletricidade irá incorporar este novo componente, em conjunto com o de energia (junto ou separado da margem de comercialização) e de transmissão, de forma que as contas de eletricidade refletirão melhor os custos. No segmento da distribuição, será apresentado um novo desafio: a remuneração dos custos desta infraestrutura através dos componentes fixos e variáveis, por um serviço cuja estrutura de custos é orientada para os custos fixos. Não está claro se as tarifas volumétricas (em particular aquelas com custos variáveis crescentes por intervalos de consumo) sejam instrumentos factíveis para remunerar a distribuição, especialmente ao introduzir a evidência de Aoki *et al* (2018) para o Brasil, no âmbito da introdução de ERNCs.<sup>92</sup> Mas, por outro lado, deveria ser analisado se um esquema baseado em encargos fixos uniformes gera problemas de acessibilidade

financeira (especialmente em domicílios de baixo consumo e baixa renda) e, neste caso, considerar esquemas alternativos de remuneração da infraestrutura (por exemplo, menu de tarifas com opção de tarifa baixa fixa e tarifa elevada variável aplicável apenas a usuários de baixo consumo).

As plataformas de transporte de passageiros, por sua vez, precisarão facilitar as operações baseadas no atendimento ao mercado de forma dinâmica, com base na demanda. O fato de o mercado poder ser atendido de forma dinâmica irá incorporar a possibilidade de não só modificar a oferta de acordo com a demanda, mas também as tarifas num determinado momento. Este último ponto marca a principal disrupção dessas plataformas e o foco de conflito com o sistema de transporte tradicional, onde as regulações não permitem que os táxis apliquem tarifas dinâmicas.

## Colaboração e interação entre setores

A interligação dos setores por meio do uso compartilhado da infraestrutura fará com que seja necessário que os setores cooperem e coordenem a regulação de cada setor. Os novos desenvolvimentos tecnológicos nos diferentes setores utilizarão uma mesma infraestrutura de TICs. Isso faz com que os limites que existiam entre os setores se tornem mais difusos, uma vez que em um futuro próximo eles compartilharão infraestrutura elementar para a prestação de serviços. Essa interconexão vai representar desafios no nível de investimentos (em particular, quem deve assumir o controle dos investimentos em infraestrutura que serão usados transversalmente por vários setores) e no nível regulatório (em particular, qual setor deve ter a responsabilidade por regular e gerenciar esses ativos comuns).

No Capítulo 2 foi mencionado que a implantação da REI tem como pré-requisito uma infraestrutura de TICs desenvolvida e de boa qualidade, o que não é necessariamente cumprido. Dantas *et al.* (2018) mencionam o caso das empresas de distribuição de energia elétrica no Brasil, que tiveram de construir as suas próprias redes de telecomunicações para levar adiante seus

<sup>92</sup> A maior parte dos usuários que realizam este tipo de investimentos pertence aos trechos nos quais as tarifas são mais caras. Ao deixar de comprar – ou reduzir o consumo de – energia à distribuidora, esta perde uma fonte importante de ingressos se o esquema tarifário utilizado tem blocos crescentes.

projetos de digitalização devido ao desinteresse ou à falta de capacidade dos operadores de telecomunicações. Por sua vez, no caso do transporte urbano, as autoridades não só exigirão uma maior coordenação com as autoridades de telecomunicações, mas também terão que colaborar com as empresas de tecnologia. Por exemplo, nos Estados Unidos isso foi feito mediante a criação de um novo tipo de empresa, denominada companhia de rede de transportes (*transportation network company*) reconhecendo um novo tipo de atividade empresarial e regulando algumas de suas ações.

Com esta convergência por meio da tecnologia, plataformas e modelos de negócios, é razoável imaginar um cenário de maior cooperação entre setores no futuro, constituindo um elemento a favor da regulação conjunta dos setores. Existem antecedentes que estudam a conveniência de um regulador multissetorial ou múltiplos reguladores setoriais (Laffont e Tirole, 2001 e Schwartz e Satola, 2000). Esta literatura destaca as vantagens da regulação setorial, como a possibilidade de comparar o desempenho das agências reguladoras, a especialização e o desenvolvimento de experiência na indústria, ou as condições para a oferta de incentivos em agências públicas (que podem ser melhor implementadas quando a missão dos agentes é focalizada), em contraposição aos elementos que favorecem a regulação multissetorial. Entre esses elementos estão a otimização de escassos recursos monetários, tecnológicos e humanos (em particular, quando o conhecimento e a experiência técnica podem ser transferidos entre setores), a redução do risco de captura de grupos de interesse (sempre que estes sejam diferentes entre os setores), a acumulação de antecedentes para a construção de (boa) reputação em termos de prática regulatória, resolução de disputas, etc.

A transformação digital pode ser um fator mais a favor da unificação, mas não fica claro se as condições estão maduras para mudanças significativas nos modelos regulatórios, tanto nas experiências de múltiplos reguladores (como sugerem os casos do Brasil, Chile e Peru) como regulação conjunta (Uruguai). Para além destas considerações, no contexto atual é possível que os avanços na digitalização contribuam mais para habilitar um espaço de maior cooperação e

coordenação entre os diferentes reguladores do que para convergir para uma entidade única que regule todos os setores.

## Capacitação

A digitalização também traz consigo uma gama de novas capacidades nas instituições envolvidas nos setores de infraestrutura. Essas habilidades são necessárias para alcançar um melhor desempenho e reduzir as lacunas de serviços, e incluem conhecimentos técnicos por parte dos agentes do setor e atores complementares, bem como capacidades intangíveis. Os princípios gerais indicados pela OCDE sobre boas práticas regulatórias podem ser o guia para possibilitar uma estrutura de governança adequada no caso dos setores de infraestrutura.<sup>93</sup>

A incorporação de novas tecnologias digitais em instituições estatais já vem ocorrendo em vários países, gerando uma oportunidade para a adaptação dos sistemas de administração do setor público e contribuindo para uma implementação de políticas públicas sustentáveis de longo prazo. Da mesma forma, apresentam-se oportunidades para que o setor público adote um modelo focado na geração de capacidades, com uma visão mais moderna, alinhada ao entorno digital, que incide em todas as atividades desenvolvidas pela população. O desafio do desenvolvimento de capacidades se apresenta tanto dentro do próprio Estado quanto na relação entre o setor público e a sociedade.

Uma vez definido o esquema regulatório, o passo seguinte é a implementação adequada dos avanços que brindam as novas tecnologias. Para isso, o primeiro elemento-chave é contar com pessoal capacitado para sua compreensão, operação e comunicação. Assim, o McKinsey Global Institute (2018) ressalta que incluir talento com conhecimento em tecnologia, pelo menos em algumas áreas específicas, deve ser uma das prioridades dos governos. Esta incorporação pode se dar com pessoal contratado ou terceirizado, complementada com diferentes ferramentas, como a capacitação interna e o desenvolvimento de alianças estratégicas (Vié, Buvat, Srivastava y Kvi, 2015). A contratação de novos funcionários

<sup>93</sup> Um extrato dessas diretrizes é perseguir objetivos claros de política, ponderando os efeitos econômicos, ambientais e sociais, tentando minimizar custos e as distorções de mercado e promovendo a concorrência e a inovação baseada em incentivos, atuando sobre uma base legal e empírica sólidas, propondo medidas claras, simples e práticas para os usuários, de acordo com outras regulações e políticas. (Veja OCDE 2014).

qualificados ou a capacitação de empregados existentes pode acontecer juntamente com a criação de uma nova área que centralize e se encarregue de todas as tarefas que requeiram habilidades digitais ou que cada empregado, a partir da sua área, administre as tarefas que lhe corresponde, inclusive as que exigem um conhecimento tecnológico. Alternativamente, podem ser terceirizadas atividades por meio de uma empresa que se dedique exclusivamente a estas necessidades digitais da entidade reguladora. Por exemplo, a empresa elétrica alemã E.ON firmou um acordo de cinco anos por de serviços de centros de dados.

Em particular, ao considerar a digitalização como fator disruptivos nestes marcos regulatórios, é necessário pensar em quão elementares e complementares são as tarefas digitais necessárias ao desenvolvimento do setor e sua correta regulação, para logo considerar uma figura ou função de diretor digital (*chief digital officer*).

O segundo elemento-chave é a atualização dos sistemas de software para considerar, por exemplo, o uso de novos programas que permitem a recopilação e processamento de informações em maior escala. Isso facilitaria a capacidade do Estado de atender às novas demandas dos usuários, que estão em constante mudança com a introdução de novas gerações na população adulta. Por outro lado, impor novos desafios ao setor público em termos de planejamento e de constante revisão e avaliação das suas decisões anteriores, de forma a dar resposta às mudanças nos ciclos de desenvolvimento e à mudança tecnológica, sustentando-se na geração permanente de volumes significativos de dados que devem ser levados em consideração na tomada de decisões. Por exemplo, com a mudança geracional, as políticas de “alfabetização digital” já não serão mais necessárias no futuro, quando se alcance um alto nível de instrução digital.

A transformação digital dos diferentes setores impactou do mesmo modo as empresas prestadoras de serviços e os reguladores responsáveis pela supervisão da implementação dos marcos regulatórios. No caso dos reguladores, começou no setor financeiro e mercado de capitais (bancos centrais e comissões de valores) e se encontra em expansão nos reguladores dos setores de serviços públicos, como transportes e comunicações (López Azumendi, 2020).

A digitalização promete contribuir para a resolução do desafio mais relevante de um regulador: a

assimetria de informação sobre os custos da prestação do serviço a favor da empresa regulada. Ferramentas como processamento de linguagem natural e inteligência artificial permitiriam fazer uso inteligente de dados; exemplos de uso são a sistematização eficiente de comentários sobre propostas regulatórias ou a interoperabilidade de dados de qualidade de serviço entre a informação existente nos sistemas de gestão das empresas e as do regulador. Um exemplo é a Comissão Nacional Bancária e de Valores do México, que avançou na digitalização de seus processos, reduzindo os custos e os tempos de reporte das empresas listadas e melhorando suas atividades de monitoramento, principalmente de combate à lavagem de dinheiro e fraudes (di Castri, Grasser e Kulenkampf, 2018).

## Investimentos

Para que as novas tecnologias possam ser acopladas à infraestrutura dos setores, serão necessários investimentos que permitam adaptar as redes e sistemas atuais. Neste caso, são necessárias regras para a remuneração de novos investimentos em adaptações físicas da rede.

Os investimentos para digitalizar uma rede elétrica incluem a aquisição de medidores inteligentes, sensores inteligentes e interruptores avançados, novo *software* e o reforço da rede elétrica tradicional (transformadores, cabeamento, etc.). Da mesma forma, dado que a dimensão da qualidade é a dimensão que mais fica defasada na região (Capítulo 1) e que os investimentos em equipamentos inteligentes na rede elétrica permitem melhorar certas dimensões da qualidade do serviço a um custo menor, em comparação com o investimento direto nas redes (Astarloa, Kaakeh, Lombardi e Scalise, 2017, p. 15), se apresenta uma oportunidade para realizar novos investimentos em sistemas de resposta rápida (por exemplo, *software* de localização de falhas e de otimização de roteamento).

O avanço da geração distribuída planteou a necessidade de redes bidirecionais e equipamentos de medição inteligente que permitam aos clientes vender sua energia no mercado. Por sua vez, a intermitência das ERNC afeta a confiabilidade do sistema. Uma penetração de até 20% dessas fontes não exige grandes ajustes nos sistemas elétricos, pois normalmente esses sistemas possuem um certo grau de flexibilidade para enfrentar variações

## Os avanços tecnológicos em energia elétrica e transporte urbano implicam em investimento para adaptar redes e sistemas atuais.



imprevistas; mas uma penetração maior que 20% requer investimentos para maior flexibilidade do sistema (Fischer, 2020). Isso pode exigir diferentes alternativas de intervenção. Existem diversas opções para adaptar o sistema, entre elas, interconectar sistemas elétricos (por exemplo, de dois países ou duas regiões desconectadas de um país), investir em usinas a gás que possam responder rapidamente às flutuações na oferta, ter reservatórios hidrelétricos que acumulem energia durante o dia,<sup>94</sup> dispor de armazenamento bombeado ou ter um excesso de capacidade ERNC e resignar-se a perder parte da energia gerada. Da mesma forma, é possível atuar sobre a demanda, aumentando-a nas horas de maior geração solar e reduzindo-a nas horas de menor geração (por exemplo, carregando veículos elétricos nos locais de trabalho, ou outras formas de aumentar a demanda nesses períodos).

Para poder atuar sob demanda, é necessário que os consumidores estejam dispostos a modificar seus padrões de consumo. A esse respeito, o Gráfico 39 utiliza informações da ECAF para ilustrar que um alto percentual das pessoas entrevistadas afirmou estar disposta a modificar os horários de uso de determinados aparelhos elétricos se isso gerar economia na fatura do serviço.

No caso do transporte urbano de passageiros, preveem-se maiores investimentos para adaptar

a infraestrutura tradicional às novas tecnologias e que estas possam ser utilizadas. Alguns exemplos são a adaptação de pontos de ônibus para indicar horários de chegada em tempo real, incorporação de sistemas de posicionamento (GPS, por sua sigla em inglês) para localizar veículos e enviar essa informação para as paradas ou aplicativos para telefones celulares que forneçam essas informações aos usuários.

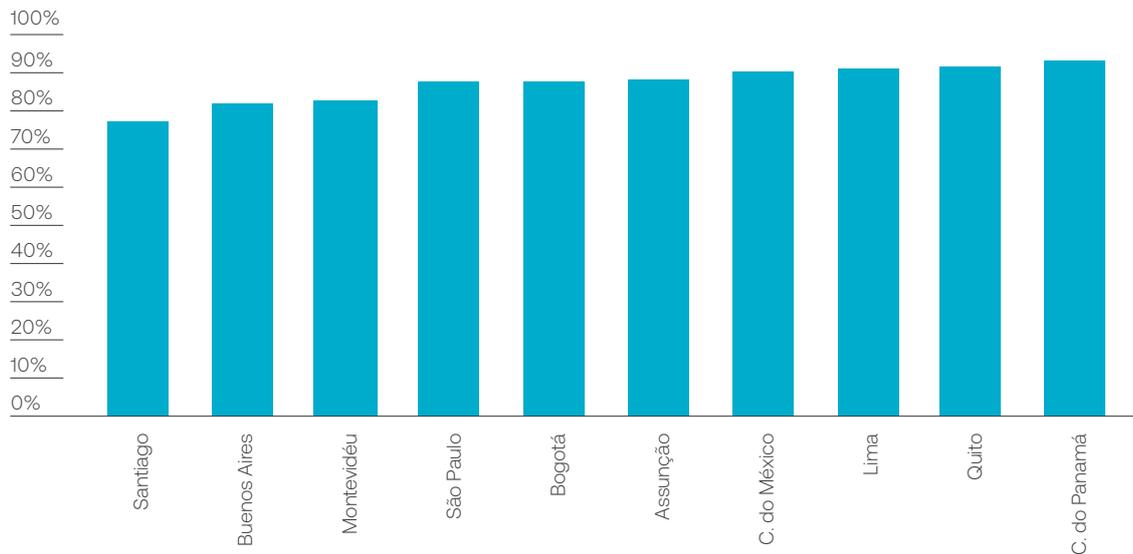
Essas informações, por sua vez, podem ser utilizadas para o controle e melhoria da operação do serviço, por meio do sistema GTFS, por exemplo. A padronização dos dados de tráfego, ou sua atualização, pode ser realizada a partir das informações das rotas, frequência e tarifas fornecidas pelas operadoras de serviço.

Por sua vez, a implementação de meios de pagamento integrados depende de investimentos em adaptações das máquinas de cobrança, para que estas reconheçam os meios de pagamento utilizados (incluindo opções de pagamento através do celular ou cartão de crédito ou débito). Em qualquer caso, não se pode deixar de lado os investimentos em ativos tradicionais. No marco do desenvolvimento econômico e do crescimento do tamanho das cidades, serão necessários investimentos em infraestrutura tradicional, tanto na rede elétrica quanto nos sistemas de transporte.

<sup>94</sup> Em países com um forte componente de geração hidrelétrica, como na América Latina, a primeira opção é economizar água em reservatórios ou barragens durante o dia e despachá-la a partir do final da tarde, para o qual os sinais de preço do sistema deveriam ser suficientes. Isso implica o uso de reservatórios ou barragens como baterias para o sistema, mas deve-se ter cuidado para não interferir com outros usos da água, como irrigação ou serviços ecológicos de água. Uma forma é por meio da construção de contra barragens que armazenem a água descartada durante a noite, para reproduzir as variações naturais do fluxo do rio (ver Fischer, 2020, e Secretaria de Governo de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2019, para uma classificação de projetos hidrelétricos por modo de operação e capacidade de regulação de vazões).

**Gráfico 39**  
**Proporção de pessoas dispostas a mudar padrões de consumo se isso gera uma economia na fatura do serviço**

Fonte: Elaboração própria com base em ECAF 2019.



Um aspecto comum aos setores elétrico e de transporte urbano, que ganhará importância no futuro, é a massificação dos veículos elétricos públicos e privados, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa, embora não necessariamente para o congestionamento (se apenas os veículos convencionais são substituídos). Isso exigirá o fortalecimento de segmentos da rede de distribuição, devido à maior demanda para poder recarregar os veículos. Além disso, os veículos elétricos podem fornecer serviços de armazenamento e, como no caso da geração distribuída, podem requerer a bidirecionalidade da rede para poder injetar energia no sistema. A necessidade de fortalecer a rede pode ser amenizada com o uso de ferramentas inteligentes para evitar que a recarga dos carros ocorra na mesma hora, por exemplo, ou que ocorra durante o dia, quando a disponibilidade de energia solar é maior.

Um desafio para os investimentos em tecnologia, no contexto de rápidas mudanças tecnológicas, é o risco de obsolescência – a literatura refere-se a esses ativos como ativos abandonados ou em desuso (*stranded assets*). Embora seja parte do negócio em qualquer mercado competitivo, se converte em um tema a ser considerado quando essas tecnologias interagem com setores regulados. Os principais

riscos são que se perca o investimento ou, em alternativa, se o seu custo cair rapidamente, que resultem muito caras *ex post*. Nesse caso, uma tarifação futura que considere somente os custos de tecnologia eficiente desse momento dissuade o investimento em tecnologia inteligente até que os avanços tecnológicos cessem. Mas esperar até que a evolução da tecnologia perca velocidade poderia atrasar indefinidamente os investimentos com potencial de melhorar a qualidade do serviço e reduzir custos.

O problema dos ativos que se tornam obsoletos nos processos de transição desestimula o investimento, a menos que haja o compromisso de que estes sejam remunerados. Mas é necessário que a legislação sobre esses ativos em desuso seja prudente, porque uma regra de remuneração frouxa pode gerar incentivos para investir em excesso em ativos de rápida obsolescência. Embora não haja uma resposta clara para esse dilema, uma forma de incentivar esses investimentos de risco é que, sob certas condições (por exemplo, com autorização de investimento por parte do regulador) o mecanismo de tarifação continue pagando pelos investimentos em tecnologias eficientes durante sua vida útil, mesmo que os avanços da tecnologia os tornem obsoletos. Outra alternativa é que os investimentos

em tecnologias eficientes autorizadas pelo regulador sejam avaliados pelo seu custo original, pese a que quando se realizem futuras determinações tarifárias o custo seja muito menor.<sup>95</sup> Por isso, é recomendável uma política que exija uma permissão da autoridade reguladora, que deveria realizar estudos de custo, benefícios e riscos antes de aprovar um investimento que potencialmente será pago com ativos em desuso no futuro.

Um último ponto é a importância dos investimentos em infraestrutura resiliente e de qualidade, que resulta indispensável para apoiar o desenvolvimento da digitalização nos setores de energia elétrica e transportes. Por isso, é necessário que os investimentos em infraestrutura incorporem desde o seu planejamento o componente resiliência, identificando riscos e fatores mitigadores quanto às capacidades, habilidades e tempos de resposta dos sistemas a determinadas ameaças.

## Políticas públicas

Além de criar oportunidades para uma melhor prestação de serviços, as novas tecnologias podem trazer adicionalmente efeitos redistributivos, ambientais e de segurança. Portanto, é importante avaliar o espaço que podem ter as políticas públicas para fazer frente a esses efeitos. O papel do Estado neste novo ambiente centra-se em inovar através de políticas de médio e longo prazos para o setor e sua adaptação às novas tecnologias, enfatizando a continuidade das regras para dar confiança aos atores do setor (desde usuários finais até investidores), enquanto que o papel das autoridades reguladoras e setoriais concentra-se na implementação dessas políticas.

## Políticas sociais

Os efeitos redistributivos regressivos são o resultado do impacto das mudanças tecnológicas sobre a capacidade que possuem os usuários de baixa renda para se beneficiarem dos serviços prestados pela infraestrutura, ocasionando lacunas ou ampliando as existentes. Por outro lado, a digitalização pode habilitar o uso de ferramentas para implementar políticas compensatórias. Nesse sentido, abre-se um espaço para a promoção de mecanismos inovadores ou o aprimoramento dos mecanismos existentes de programas sociais.

No setor elétrico, são identificados possíveis canais por meio dos quais podem ocorrer efeitos redistributivos. Em primeiro lugar, o uso de medidores inteligentes permite identificar o consumo ilegal de eletricidade, que é um componente importante das perdas na distribuição. Em geral, esta situação deveria ser mais comum em áreas de baixa renda. Assim, parte da redução no roubo de energia elétrica se traduzirá em que muitas famílias de baixa renda terão que pagar por um serviço pelo qual não pagavam anteriormente. Portanto, fica evidente a necessidade de um programa social compensatório, desde que mantida a premissa de permitir a utilização do serviço. Dado que os usuário passariam a ser identificados, um programa de tarifa social direcionado é um instrumento disponível para o regulador ou ministério do setor para amenizar o efeito do pagamento sobre a economia dessas famílias.

Um segundo canal é o desaparecimento do subsídio cruzado entre consumidores de alta demanda e renda e aqueles com baixa demanda, que se produziria com o surgimento de novos planos após uma separação entre comercialização e distribuição. O instrumento de subsídios cruzados é difícil de manter quando surge a figura do comercializador, já que este pode realizar uma arbitragem entre os agentes (White e Sintov, 2019). Uma opção possível para neutralizar esse impacto é manter os esquemas tarifários pré-existentes, de forma que ninguém fique pior do que em sua situação anterior, mas isso pode exigir subsídios aos comercializadores para cada consumidor de baixa renda e baixo consumo, para compensá-los pelas perdas produzidas pela manutenção dos planos anteriores sob as novas condições de mercado. De certa forma, é uma atualização do valor da tarifa

<sup>95</sup> A literatura sobre setores regulados já está incorporando esse problema. Por exemplo, Villadsen, Vilbert, Harri e Kolbe (2017) propõem a utilização de um modelo de opções para determinar o momento ideal para investir em novas tecnologias de rede, a fim de obter a distribuição desejada de ativos abandonados dada a trajetória de crescimento e de risco dos ativos regulados em direção ao futuro (p. 298).

social aplicável ao componente de comercialização. Alternativamente, pode-se entregar o subsídio aos usuários de baixa renda para que eles possam pagar por esses planos, como parte de um programa de transferências.<sup>96</sup> Isso evita que os consumidores de baixa renda sejam prejudicados, ainda que não permita que eles se beneficiem.

Um terceiro canal são as vantagens que traz a digitalização em termos de mudanças nos equipamentos domésticos (instalar geração distribuída, comprar carros elétricos, etc.) e de adaptação do consumo, sendo que é mais provável que isso ocorra nas famílias de maior renda (White e Stinov, 2019).

Um quarto efeito distributivo (progressivo) aparece com o desenvolvimento de microrredes para fornecer o serviço a áreas isoladas. Os problemas de fornecer um bom serviço elétrico nessas áreas começam porque é caro fornecer uma conexão com a rede troncal do sistema elétrico e geralmente requer subsídios. Mesmo que haja uma conexão, as linhas são radiais e longas e, portanto, apresentam problemas de estabilidade e de queda de tensão. Além disso, estão sujeitas a falhas que demoram a ser reparadas devido ao isolamento em que se encontram, proporcionando um serviço de qualidade inferior.

No caso do transporte urbano, um efeito potencial da digitalização é a redução dos tempos de viagem e a utilização mais eficiente do sistema de transporte. Os possíveis efeitos distributivos dependerão da adoção dessas tecnologias. Do lado do usuário, essas novas tecnologias exigem ter certas ferramentas e instrumentos digitais (celulares, aplicativos, dados móveis, etc.) e saber como usá-los. Na adoção dessas tecnologias, pode ocorrer que surjam grupos de usuários defasados por não possuírem a ferramenta (a população com menor renda é a que tende a fazer parte desse grupo) ou por não saberem utilizá-la (idosos). Desta forma, os benefícios da digitalização não serão totalmente aproveitados pela população. À medida que as TICs se tornam mais massivas (especialmente em populações de baixa renda), é possível pensar que a disponibilidade da ferramenta não será o principal problema. Com respeito ao uso destas tecnologias, uma possível política social para neutralizar este efeito é desenvolver programas de “alfabetização digital” focados naquelas pessoas

associadas aos grupos defasados, que lhes permitam utilizar a informação que deve ser posta ao seu serviço através da referida ferramenta. Do lado dos fornecedores de serviços, a adoção também pode ocorrer de forma desigual. A maioria das tecnologias (pelo menos as existentes) surgiram na esfera privada e seu uso e benefícios não são necessariamente transferidos para o serviço de transporte público. Portanto, os usuários do transporte público (geralmente aqueles com renda mais baixa) não percebem todos os benefícios que a digitalização lhes poderia brindar. Diante dessa situação, é necessário que o governo compreenda a importância da adoção precoce de tecnologias relevantes para a melhoria do serviço de transporte público urbano.

Por outro lado, a digitalização pode facilitar o direcionamento de subsídios do transporte público. Por exemplo, a tecnologia permite vincular esquemas de subsídio a um aplicativo de pagamento instalado em telefones inteligentes para grupos com menos recursos, ou permitir a criação de cartões de pagamento eletrônico para viagens subsidiadas desses grupos. Outro instrumento, pouco explorado na ALC, são os esquemas de pagamento mensais pelo uso do transporte público, que podem incluir subsídios direcionados a certos grupos.

Um problema comum a todos os setores (elétrico, água potável e transporte urbano de pessoas) é que, como consequência da pandemia de COVID-19 e seus efeitos na economia, os operadores enfrentam desafios para fornecer um serviço público em um contexto de graves dificuldades financeiras. Nestes setores, os governos subsidiam os serviços públicos (em maior ou menor grau dependendo do país) como parte de uma política que resolve o compromisso necessário entre alocações eficientes, minimização de custos, dimensões redistributivas e ambientais. Portanto, esse compromisso é mais complexo, uma vez que incorpora medidas de biossegurança nos transportes (que sugerem naturalmente uma subocupação da capacidade), proibição de corte de serviços e diferimento de pagamentos (em eletricidade e água e saneamento). Durante o ano de 2020, a participação do Estado aumentou, contribuindo de diferentes maneiras (com apoio financeiro, transferências, pagamento de insumos, etc.), mas essas medidas não são suficientes dadas as atuais restrições fiscais e as que prevalecerão nos próximos anos.

<sup>96</sup> Dentro dos programas de transferências amplos, no Chile existe um módulo explícito de água, e na República Dominicana há módulos explícitos de eletricidade e gás. Esses módulos desvinculam o componente social do processo regulatório, atendendo-os a partir da órbita social.

## Políticas ambientais

O avanço tecnológico pode favorecer a agenda ambiental. Assim, a eletrificação de setores (como a eletromobilidade no setor de transportes, por exemplo) permitirá reduzir as emissões de gases nocivos na medida em que o ciclo de vida dos veículos elétricos (incluindo, por exemplo, as baterias) e a geração incremental de eletricidade seja menos poluente que o ciclo de vida e o combustível usado no transporte substituído. Por sua vez, a descentralização com geração distribuída, baseada em ERNC, representa uma mudança na matriz elétrica em direção às fontes renováveis. Ambas as tendências podem ter impactos positivos no meio ambiente se promovidas de forma adequada.

No entanto, esses benefícios podem não ser considerados se um agente privado avaliar a conveniência dos investimentos em digitalização. Nesse contexto, o Estado tem o papel de alinhar em cada país os incentivos privados aos benefícios sociais (entre eles os ambientais), considerados em conjunto com os demais efeitos (distributivos e previdenciários). Além disso, é importante que as políticas ambientais estejam alinhadas com os demais objetivos e efeitos da digitalização.

No esforço de desenvolver ferramentas para a implementação de políticas ambientais, os países tiveram que utilizar instrumentos que incentivam o investimento em fontes renováveis por meio de subsídios que, de alguma forma, geram efeitos redistributivos. No setor elétrico, por exemplo, os subsídios à geração distribuída têm efeitos regressivos em vários países europeus. Na Alemanha, onde a instalação de painéis solares em residências era subsidiada, os beneficiários foram as pessoas que moravam em casas, geralmente com uma renda maior do que as pessoas que moravam em prédios de apartamentos, que viram o custo do serviço subir para pagar esta transição (Fronde, Sommer e Vance, 2015).

Algo semelhante aconteceu no Peru com a implementação de políticas que promovem o uso do gás natural e da hidroeletricidade em grande escala, o que tem gerado um excesso de oferta de capacidade elétrica. Essas políticas se contradizem com outra política que consiste em subsidiar — mediante acordos de compra de energia (CCE)— as energias renováveis não convencionais. O valor do subsídio depende da diferença entre o custo dos CCE e o custo do mercado de curto prazo, que é muito baixo devido ao excesso de oferta de capacidade. Essa combinação de políticas contraditórias aumentou o custo da energia para residências e outros consumidores regulados.

No setor de transportes, uma preocupação ambiental é a contaminação causada pelos veículos motorizados pela emissão de gases de efeito estufa. As políticas públicas que tendem a aumentar a participação de modais alternativos ao transporte privado (transporte público, viagens compartilhadas ou modais ativos como os propostos pela micromobilidade) ou a eletrificação do transporte ajudam a reduzir a poluição causada pelo transporte urbano. A eletrificação também está ocorrendo no transporte público. Atualmente, vários países da América Latina estão introduzindo ônibus elétricos. Assim, os efeitos ambientais da eletrificação neste setor são positivos, embora seus benefícios ainda não tenham sido internalizados pelos usuários. Portanto, caso se deseje aprofundar esses efeitos, possivelmente sejam necessárias políticas públicas que promovam as mudanças necessárias (por exemplo, um subsídio para compra de carros elétricos).

As agendas de infraestrutura sustentável permanecerão presentes como um guia para essas soluções. No entanto, é possível que algumas iniciativas (como a transição para sistemas mais descentralizados e menos contaminantes) demorem em avançar em um contexto de fortes restrições fiscais.

## Políticas de segurança

Em um mundo interconectado, os riscos de segurança aumentam e a confiabilidade e a confiança variam dependendo dos protocolos que se utilizem (Connor *et al.*, 2018). A introdução de componentes digitais nos setores de infraestrutura faz com que os usuários e os sistemas sejam vulneráveis a essas ameaças conhecidas em sistemas informatizados, mas desconhecidas por esses setores. Neste marco, uma tarefa fundamental do Estado nos setores de infraestrutura é supervisionar que as entidades reguladoras prestem a devida atenção aos problemas de segurança de dados pessoais, de cibersegurança e de resiliência dos diferentes sistemas contra ataques ou outras eventualidades.

Os sistemas de informação desenvolvidos nos setores de infraestrutura têm que garantir um espaço seguro para a prestação dos serviços, o que pode exigir investimentos significativos em cibersegurança (Muller, 2015). O autor também identifica desafios que os países têm por diante no que diz respeito à atualização dos marcos legais ou regulatórios para incluir

as TICs, a educação da população sobre os riscos e ameaças nos novos contextos, o reconhecimento e a aceitação dos custos associados à incorporação das TICs em outros setores e a necessidade de interação entre os setores público e privado (proprietário de grande parte do que constitui a Internet).

No setor elétrico, os governos, a indústria e o mundo acadêmico têm realizado importantes esforços para melhorar a segurança das REIs (Gunduz e Das, 2020). Apesar disso, Leszczyna (2018) menciona que ainda está em debate qual poderia ser o padrão de segurança aplicável a essa tecnologia. Até agora, não aconteceram muitos eventos importantes de cibersegurança (se menciona o da Ucrânia no Capítulo 2) e nem em outros setores de infraestrutura. Por isso, os operadores se encontram com desafios para se orientar entre as várias opções disponíveis na hora de selecionar um padrão específico para uma determinada área da REI. Por outro lado, a proteção das informações é fundamental para manter a privacidade dos usuários e garantir a integração correta de todos os sistemas que interagem na rede elétrica. Dado que a digitalização permite que a rede tenha maior resposta a mudanças na geração e no consumo de energia elétrica, alguns autores (Wildt, Chappin, van de Kaa, Herder e van de Poel, 2019) propõem que a resolução do conflito entre privacidade, por um lado, e eficiência, confiabilidade e sustentabilidade da rede, por outro, contribua para uma maior aceitação das tecnologias. Esse conflito poderia ser resolvido por meio de inovações tecnológicas, modificações na forma organizacional e no desenho dos sistemas; e comunicação entre os agentes.

No setor dos transportes, e nos países em geral, a segurança dos dados pessoais tem sido considerada há muitos anos. Em contraste, Levy-Bencheon e Darra (2015) argumentam que as organizações de transporte ainda não prestam a devida atenção à cibersegurança em suas empresas. Esses autores apresentam as seguintes sugestões para resolver os problemas de cibersegurança no setor: exigir que a infraestrutura física e digital cumpra os requisitos de segurança; desenvolver e estabelecer processos de recuperação contra ataques ou desastres e manter cópias de segurança das informações em um lugar seguro e remoto; separar os sistemas críticos daqueles que não o são (os sistemas ou funções críticas não devem ser acessíveis através de outros sistemas não críticos instalados); e implementar controles de segurança com monitoramento em tempo real.

Mais recentemente, os riscos de transmissão do coronavírus e a consequente propagação do COVID-19 (especialmente nos meios fechados, como ônibus ou metrô, com espaço limitado, poucas ferramentas de controle para identificar passageiros doentes, ou falta de higiene e limpeza de superfícies) trouxeram à tona uma nova dimensão da segurança: a biossegurança. No setor dos transportes, as políticas associadas ao uso massivo e intensivo dos transportes públicos tiveram de ser revistas para se adaptarem às restrições de distanciamento e mobilidade nos diferentes países. Por exemplo, o Grupo Colaborativo de Modelagem de COVID e Mobilidade da Colômbia (2020) esteve ativo no monitoramento das diferentes políticas seguidas pelas autoridades e, juntamente com as evidências disponíveis sobre os mecanismos de transmissão do vírus, elaborou uma proposta para atualizar os regulamentos de biossegurança em relação ao comportamento dos passageiros, a partir de cinco fatores para reduzir o contágio (proteção facial adequada, não falar, ventilação sem recirculação, duração da viagem, para torná-la mais curta, e limpeza das superfícies). As políticas locais certamente irão se adaptando à medida que as autoridades sigam percorrendo a transição para uma nova normalidade.



# Referências bibliográficas



AAPS (2019). *Indicadores de desempenho de las EPSA reguladas en Bolivia 2018*. La Paz: Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (AAPS). Disponível em [http://www.aaps.gob.bo/images/archivos\\_aaps/indicadores/INDICADORES\\_2018.pdf](http://www.aaps.gob.bo/images/archivos_aaps/indicadores/INDICADORES_2018.pdf)

Agencia Europea del Medio Ambiente (2019). “Greenhouse gas emissions from transport in Europe”. *Data and maps*. Indicators. Disponível em <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-12>

AIE (2017). “Digitalization & energy”. Agencia Internacional de la Energía y OCDE. Disponível em <https://webstore.iea.org/digitalization-and-energy>

AIE (2018). “Digitalization & energy”. Seminario web. 7 de fevereiro de 2018.

AIE (2019a). *Data and statistics* [base de datos]. Recuperado em novembro de 2019 de <https://www.iea.org/data-and-statistics>

AIE (2019b). *SDG7: Data and projections*. Recuperado em março de 2020 de <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections>

Akhmouch, A. (2012). “Water governance in Latin America and the Caribbean”. *OECD Regional Development Working Papers*, no 2012/04. Paris: OECD Publishing. Disponível em <https://doi.org/10.1787/5k9crzqk3ttj-en>

Alcalá, A. (2020). “El debate pendiente de la logística urbana en tiempos de cambio”. *Visiones*. 20 de mayo de 2020. Disponível em [www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/05/el-debate-pendiente-de-la-logistica-urbana-en-tiempos-de-cambio/](http://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/05/el-debate-pendiente-de-la-logistica-urbana-en-tiempos-de-cambio/)

Allen, H., Cárdenas, G., Pereyra, L. y Sagaris, L. (2018). *Ella se mueve segura. Un estudio sobre la seguridad personal de las mujeres y el transporte público en tres ciudades de América Latina*. Caracas: CAF y FIA Foundation. Disponível em <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1405>

Alonso Daher, A. (2020). “Tecnologías para la gestión del agua durante emergencias sanitarias”. *Visiones*. 12 de mayo de 2020. Disponível em [www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/05/tecnologias-para-la-gestion-del-agua-durante-emergencias-sanitarias/](http://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/05/tecnologias-para-la-gestion-del-agua-durante-emergencias-sanitarias/)

ANDE (2019). “Comercialización”. Disponível em [https://www.ande.gov.py/documentos/COMERCIALIZACION\\_2019.pdf](https://www.ande.gov.py/documentos/COMERCIALIZACION_2019.pdf)

Aoki, A., Vicentini, E. y Leite, L. (2018). “Brazil studies distributed generation”. *T&D World Magazine*. Grid Innovations. Distribution. Disponível em <https://www.tdworld.com/grid-innovations/distribution/article/20971297/brazil-studies-distributed-generation>

APCA E&Y e Iquartil Ltda. (2018). “Consultoría para el diagnóstico y diseño de la metodología para abordar la línea base de evasión del componente zonal del SITP”. Documento inédito.135

- Arniella, E. (2017). *Evaluación de tecnologías inteligentes para infraestructura hídrica (SWIT)*. División de Agua y Saneamiento, y Departamento de Conocimiento y Aprendizaje. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible em [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Evaluación-de-Tecnolog%C3%ADas-Inteligentes-para-Infraestructura-H%C3%ADrica-\(SWIT\).pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Evaluación-de-Tecnolog%C3%ADas-Inteligentes-para-Infraestructura-H%C3%ADrica-(SWIT).pdf)
- Astarloa, B., Kaakeh, A., Lombardi, M. y Scalise, J. (2017). *The future of electricity: New technologies transforming the grid edge*. Foro Económico Mundial.
- Azan, S. (2020a). “De lo transitorio a lo permanente”. *Visiones*. 22 de mayo de 2020. Disponible em [www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/05/de-lo-transitorio-a-lo-permanente/](http://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/05/de-lo-transitorio-a-lo-permanente/)
- Azan, S. (2020b). “Colombia: tierra de escarabajos”. *Visiones*. 3 de junio de 2020. Disponible em [www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/06/colombia-tierra-de-escarabajos/](http://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/06/colombia-tierra-de-escarabajos/)
- Banco Mundial (2009). *Freight transport for development toolkit: Urban freight*. Disponible em <http://documents1.worldbank.org/curated/en/863741468333611288/pdf/579710WP0urban0Box353787B01PUBLIC1.pdf>
- Banco Mundial (2016). *Análisis integral de la logística en el Perú. Cinco cadenas de exportación*. Banco Mundial, MINCETUR y Agencia Suiza para Desarrollo y Cooperación. Disponible em: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/978851547061825234/pdf/133569-WP-P145783-Metodologia.pdf>
- Banco Mundial (2020). *World development indicators* [base de datos]. Recuperado em março e abril de 2020 de <http://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/>
- Barbero, J. A. (2019). *IDEAL 2017-2018: Infraestructura en el desarrollo de América Latina*. Caracas: CAF. Disponible em <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1465>
- Berggren, U., Brundell-Freij, K., Svensson, H. y Wretstrand, A. (2019). “Effects from usage of pre-trip information and passenger scheduling strategies on waiting times in public transport: an empirical survey based on a dedicated smartphone application”. *Public Transport*, 1-29.
- Besfamille, M. y Figueroa, N. (2020). “Informe sobre los sistemas de transporte público y la evasión en tres ciudades de Latinoamérica”. Documento inédito.
- BID (2020). *From structures to services. The path to better infrastructure in Latin American and the Caribbean*. Editado por E. Cavallo, A. Powelly T. Serebrisky. Development in the Americas 2020. Banco Interamericano de Desarrollo.
- BNamericas (2019). *¿Cuándo América Latina adoptará definitivamente los medidores inteligentes?* Disponible em <https://www.bnamericas.com/es/reportajes/cuando-america-latina-adoptara-definitivamente-los-medidores-inteligentes>
- BNamericas (2020). *Bajo la lupa: los medidores inteligentes en América Latina*. Disponible em <https://www.bnamericas.com/es/reportajes/bajo-la-lupa-los-medidores-inteligentes-en-america-latina>
- Brichetti, J. (2019). “Panorama de las tarifas de agua en los países de Latinoamérica y el Caribe.” *Nota técnica del BID no 1656*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Burger, S., Chaves Ávila, J. P., Battle, C. y Pérez Arriaga, I. J. (2017). “A review of the value of aggregators in electricity systems”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 395-405.
- Cable.co.uk (2019). *Worldwide broadband speed league 2019*. Disponible em <https://www.cable.co.uk/broadband/speed/worldwide-speed-league/>
- CAF (2011a). *IDEAL 2011. La infraestructura en el desarrollo integral de América Latina. Diagnóstico estratégico y propuestas para una agenda prioritaria*. IDEAL, Caracas: CAF. Disponible em <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/345>

- CAF (2011b). *Desarrollo urbano y movilidad en América Latina*. Caracas: CAF. Disponible em <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/419>
- CAF (2013). *IDeAL 2013. La infraestructura en el desarrollo Integral de América Latina. La productividad en la inversión y la logística para la competitividad*. Caracas: CAF. Disponible em <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/324>
- CAF (2015). Observatorio de Movilidad Urbana. Base de datos generales 2015. Recuperado en febrero de 2020 de <https://www.caf.com/es/conocimiento/datos/observatorio-de-movilidad-urbana/>
- CAF (2017). “Metodología del índice CAF de desarrollo del ecosistema digital”. CAF.
- CAF (2019). *Estrategia del agua 2019-2022*. CAF. Disponible em <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1455/Estrategia%20del%20agua.pdf>
- CAF (2020a). “Digitalización de infraestructuras”. Documento inédito.
- CAF (2020b). “Observatorio CAF del Ecosistema Digital”. Apresentação realizadas em Caracas. Julho de 2020.
- CAF (2020c). *El estado de la digitalización de América Latina frente a la pandemia del COVID-19*. 3 de abril de 2020. Disponible em <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1540?show=full>
- CAF (2020d). *Las oportunidades de digitalización en América Latina frente al COVID-19*. 7 de abril de 2020. Disponible em <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1541>
- Capelli, L. y Gartner, A. (2020). “Brecha de servicios logísticos en América Latina. Tendencias, nuevas tecnologías y desafíos de política pública”. Documento inédito.
- Cavallo, E. A., Serebrisky, T., Frisancho, V., Karver, J., Powell, A., Margot, D., ... y Bosch, M. (2016). *Ahorrar para desarrollarse: cómo América Latina y el Caribe puede ahorrar más y mejor*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Celani, M. (2020). “Nuevas tecnologías y brecha digital”. Documento inédito.
- CEPAL (2016). *Intercambio de información en las cadenas de suministro internacionales. El caso de la cadena de suministro de flor fresca cortada colombiana para exportación*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPAL (2020). “Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID-19”. *Informe Especial COVID-19*, N° 7.
- Cerra, M. V., Cuevas, M. A., Góes, C., Karpowicz, M. I., Matheson, M. T. D., Samaké, I. y Vtyurina, S. (2016). *Highways to heaven: Infrastructure determinants and trends in Latin America and the Caribbean*. Fondo Monetario Internacional.
- Chan, N. y Shaheen, S. (2012). “Ridesharing in North America: Past, present, and future”. *Transport Reviews*, 32(1): 93-112.
- Chase, R. (2015). “Peers Inc: how people and platforms are inventing the collaborative economy and reinventing capitalism”. *Public Affairs*.
- CNRT (2018). “Informe estadístico anual”. Comisión Nacional de Regulación del Transporte, Ministerio de Transporte. Disponible em [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/infoest2018\\_ffccamba\\_00-red.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/infoest2018_ffccamba_00-red.pdf)
- Connor, P. M., Baker, P. E., Xenias, D., Balta-Ozkan, N., Axon, C. J. y Cipcigan, L. (2014). “Policy and regulation for smart grids in the United Kingdom”. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 40, 269-286.
- Cont, W. y Barril, D. (2012). “Incentivos y mecanismos de promoción de eficiencia energética”. Documento inédito.

Dantas, G. D. A., de Castro, N. J., Dias, L., Antunes, C. H., Vardiero, P., Brandão, R., ... y Zamboni, L. (2018) "Public policies for smart grids in Brazil". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 92, 501-512.137

Daude, C., Fajardo, G., Brassiolo, P., Estrada, R., Goytia, C., Sanguinetti, P., ... Vargas, J. (2017). *RED 2017. Crecimiento urbano y acceso a oportunidades: un desafío para América Latina*. Bogotá: CAF. Disponível em <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1090>

De Jong, M., Annema, J. A. y van Wee, G. P. (2013). "How to build major transport infrastructure projects within budget, in time and with the expected output; a literature review". *Transport Reviews*, 33(2), 195-218.

Deloitte e IPD (2019). *Encuesta de movilidad de la Comunidad de Madrid 2018. Documento Síntesis*. Consorcio Regional de Transportes de Madrid. Disponível em [https://www.crtm.es/media/712934/edm18\\_sintesis.pdf](https://www.crtm.es/media/712934/edm18_sintesis.pdf)

di Castri, S., Grasser, M. y Kulenkampf, A. (2018). "Financial authorities in the era of data abundance. RegTech for regulators and SupTech solutions". RegTech for Regulators Accelerators. Disponível em : <https://bfaglobal.com/wp-content/uploads/2020/01/R2AWhitePaper.pdf>

Dileep, G. (2020). "A survey on smart grid technologies and applications". *Renewable Energy*, 46, 2589-2625.

Dobbs, R., Pohl, H., Lin, D. Y., Mischke, J., Garemo, N., Hexter, J. ... y Nanavatty, R. (2013). *Infrastructure productivity: How to save \$1 trillion a year*. McKinsey & Company.

Donato, P., Carugati, I. y Strack, J. (2017). *Medidores inteligentes en Argentina: consideraciones para una implementación adecuada*. Ingeniería Eléctrica, U. Mar del Plata. Agosto.

Energy Institute (2018). *The full cost of electricity. Executive summary*. University of Texas at Austin.

EPA (s.f). *Greenhouse gas emissions*. United States Environmental Protection Agency. Disponível em [https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions#:~:text=Transportation%20\(28.2%20percent%20of%202018,ships%2C%20trains%2C%20and%20planes](https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions#:~:text=Transportation%20(28.2%20percent%20of%202018,ships%2C%20trains%2C%20and%20planes)

ERAS (2016). *Informe anual del año 2016 (con datos del año 2015)*. Ente regulador de agua y saneamiento. Disponível em <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe-anual-2016-gcia-bmk-eras-datos-ano-2015.pdf>

Estupiñán, N. (2018). "Movilidad compartida: un cambio de paradigma para la equidad y la inclusión". *Transporte y Desarrollo en América Latina*, 1(1), 9-30.

Estupiñán, N., Gómez-Lobo, A., Muñoz-Raskin, R. y Serebrisky, T. (2007). "Affordability and subsidies in public urban transport: What do we mean, what can be done?". *Policy Research Working Paper*, 4440. Banco Mundial.

Euroclima (2020). "Resiliencia y transporte: mejores prácticas internacionales de instrumentos de financiamiento para apoyar el transporte público después del Covid-19", webinar realizado en 17 de junio de 2020. Disponível em <http://euroclimaplus.org/publicacion-euroclima-2/resiliencia-y-transporte-mejores-practicas-internacionales-de-instrumentos-de-financiamiento-para-apoyar-el-transporte-publico-despues-del-covid-19>

Fay, M. y Morrison, M. (2007). *Infraestructura en América Latina y el Caribe. Acontecimientos recientes y desafíos principales*. Banco Mundial.

Fay, M., Andrés, L., Fox, C., Narloch, U., Straub, S. y Slawson, M. (2017). *Rethinking infrastructure in Latin America and the Caribbean. Spending better to achieve more*. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento e Banco Mundial.

Feigon, S. y Murphy, C. (2016). "Shared mobility and the transformation of public transit". No. Project J-11, Task 21. American Public Transportation Association.

Finkelstein, J., Kane, S., y Rogers, M. (2019). *How residential energy storage could help support the power grid*. McKinsey and Company.

- Fischer, R. (2020). "Implicancias regulatorias de las nuevas tecnologías". Documento inédito.
- Fronzel, M., Sommer, S. y Vance, C. (2015). "The burden of Germany's energy transition: An empirical analysis of distributional effects". *Economic Analysis and Policy*, 45, 89-99.
- Gehrke, S., Felix, A. y Reardon, T. (2018). *Fare choices survey of ride-hailing passengers in Metro Boston*. Metropolitan Area Planning Council.
- Gertler, P., Lee, K. y Mobarak, A. (2017). "Electricity reliability and economic development in cities: A microeconomic perspective". *EEG State-of-Knowledge Paper Series 3.2*. Oxford Policy Management, Center for Effective Global Action y Energy Institute@Haas.
- GI Hub y Oxford Economics (2017). "Global infrastructure Outlook. Infrastructure investment needs: 50 countries, 7 sectors to 2040". Global Infrastructure Hub. Disponible en <https://cdn.gihub.org/outlook/live/methodology/Global+Infrastructure+Outlook+-+July+2017.pdf>
- Gómez Ibáñez, T. y Meyer, J. (1993). *Going private: The international experience with transport privatization*. Brookings Institution Press.
- Google Mobility Trends (2020). "Informes de movilidad local sobre el COVID-19". Plataforma web. Recuperado el 7 de septiembre de 2020 de <https://www.google.com/covid19/mobility/>
- Government Office for Science (2019). *A review of freight and the sharing economy*. Cardiff Business School.
- GPR Economía (2020). "IDEAL 2019/2020. Documento sectorial: energía eléctrica". Documento inédito.
- Graehler, M., Mucci, R. A. y Erhardt, G. D. (2019). "Understanding the recent transit ridership decline in major US cities: Service cuts or emerging modes?" Transportation Research Board Annual Meeting. Washington, D.C.
- Grupo Colaborativo de Modelamiento de COVID y Movilidad en Colombia (2020). *Factores y recomendaciones para disminuir el riesgo en transporte público*. Agosto de 2020.
- GSMA (2019). "Connected society: The state of mobile internet connectivity 2019". Disponible en <https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wp-content/uploads/2019/07/GSMA-State-of-Mobile-Internet-Connectivity-Report-2019.pdf>
- Gunduz, M. Z. y Das, R. (2020). "Cyber-security on smart grid: Threats and potential solutions". *Computer Networks*, 169, p. 107094.
- Heinrichs, D., Goletz, M. y Lenz, B. (2017). "Negotiating territory: strategies of informal transport operators to access public space in urban Africa and Latin America". *Transportation Research Procedia*, 25:4507-4517.
- Hidalgo, D., van Laake, T. y Quiñones, L. (2020). "Superando restricciones para mejorar los sistemas BRT en América Latina". En M. Moscoso, T. van Laake, L. Quiñones, C. Pardo, D. Hidalgo (eds.), *Transporte urbano sostenible en América Latina. Evaluaciones y recomendaciones para políticas de movilidad*. GIZ TUMI – Despacio.
- Hossain, M., Madlool, N., Rahim, N., Selvaraj, J., Pandey, A. y Khan, A. (2016). "Role of smart grid in renewable energy: An overview". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60,1168-1184.
- Infralatam (2021). *Economic infrastructure investment data. Latin America and the Caribbean*. [base de datos]. Datos extraídos en **abril de 2021** de <http://infralatam.info>
- Intendencia de Montevideo (2020a). *Comportamiento del transporte durante la emergencia sanitaria*. 3 de mayo de 2020. Disponible en <https://montevideo.gub.uy/noticias/movilidad-y-transporte/comportamiento-del-transporte-durante-la-emergencia-sanitaria>
- Intendencia de Montevideo (2020b). *Continúa la readecuación del transporte*. 17 de mayo de 2020. Disponible en <https://montevideo.gubtemde.uy/noticias/movilidad-y-transporte/continua-la-readecuacion-del-transporte>

ISCI (2019). “Regulación de la distribución aspectos críticos en Chile”. Seminario Nueva Distribución Eléctrica en Chile. Janeiro 2019. 139

Izquierdo, A., Pessino, C. y Vuletin, G. (2018). *Mejor gasto para mejores vidas*. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponível em <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Mejor-gasto-para-mejores-vidas-Cómo-América-Latina-y-el-Caribe-puede-hacer-más-con-menos.pdf>

Jamasb, T., Thakur, T. y Bag, B. (2018). “Smart electricity distribution networks, business models, and application for developing countries”. *Energy Policy*, 114, 22-29.

Janson, N. (2019). “Análisis estratégico de infraestructura Panamá”. Documento inédito, realizado para CAF.

Jiménez, R., Serebrisky, T. y Mercado, J. (2014). “Power lost: Sizing electricity losses in transmission and distribution systems in Latin America and the Caribbean”. Monografía. Banco Interamericano de Desarrollo.

Jitrapitrom, P., Caiati, V., Fenero, A.-M., Ebrahimiagharehbaghi, S. y Alonso González, M. J. (2017). “Mobility as a service: A critical review of definitions, assessments of schemes, and key challenges”. *Urban Planning*, 13-25.

JMP (2018). *JMP Methodology: 2017 update & SDG baselines*. Organización Mundial de la Salud y UNICEF. Disponível em <https://washdata.org/sites/default/files/documents/reports/2018-04/JMP-2017-update-methodology.pdf>

Keay, M., Rhys, J. y Robinson, D. (2014). “Electricity markets and pricing for the distributed generation era”. “En F. Sioshani (ed.), *Distributed generation and its implications for the utility industry*. Capítulo 8. Elsevier.

Kucharski, R. y Cats, O. (2020). *On virus spreading processes in ride-sharing networks*. Preprint. SmartPTLab, Department of Transport & Planning, TU Delft.

Laffont, J. J. y Tirole, J. (2001). *Competition in telecommunications*. Cambridge, Mass.: The MIT Press, pp. 274-275.

Lazard (2019). *Lazard’s levelized cost of energy analysis—Version 13.0*. New York, NY. Disponível em <https://www.lazard.com/media/451086/lazards-levelized-cost-of-energy-version-130-vf.pdf>

Leszczyna, R. (2018). “Standards on cyber security assessment of smart grid”. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 22, 70-89.

Levy-Bencheton, C. y Darra, E. (2015). *Cyber security and resilience of intelligent public transport: Good practices and recommendations*. ENISA.

Li, F., Marangon Lima, J. W., Rudnick, H., Marangon Lima, L., Padhy, N., Brunekreeft, G., Reneses, J. y Kang, C. (2015). “Distribution pricing: Are we ready for the smart grid?” *IEEE Power and Energy Magazine*, 13:4, 76-86.

Long, J., Tan, W., Szeto, W. Y. y Li, Y. (2018). “Ride-sharing with travel time uncertainty”. *Transportation Research Part B*, 118, 143-171.

López Azumendi, S. (2020). *Data is a regulator’s best friend*. Apolitical.

López Azumendi, S. y Andrés, L. (próxima publicación). *Towards a new typology of regulatory agencies in Latin America? A governance assessment of regulatory agencies of the electricity sector between 2007 and 2014*.

McKinsey Global Institute (2018). *Smart cities: Digital solutions for a more livable future*. McKinsey Global Institute, McKinsey&Company.

McRae, S. (2015). “Infrastructure quality and the subsidy trap”. *American Economic Review*, 105:1, 35-66.

Muller, L. P. (2015). *Cyber security capacity building in developing countries*. Norwegian Institute for International Affairs (NUPI).

Musselwhite, C., Avineri, E., y Susilo, Y. (2020). “Editorial JTH 16 -The coronavirus disease COVID-19 and implications for transport and health”. *Journal of Transport & Health*, 16:100853. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.jth.2020.100853>

- Naciones Unidas (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Disponible em <https://www.un.org/sustainable-development/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Naciones Unidas (2018a). *World urbanization prospects 2018. The 2018 revision*. Edición en línea. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. Recuperado em 15 de agosto de 2019 de <https://population.un.org/wup/Download/>
- Naciones Unidas (2018b). *World urbanization prospects 2018. Data query* [base de datos]. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. Recuperado em fevereiro de 2020 de <https://population.un.org/wup/DataQuery/>
- National Grid (2020). “Breaking down your electricity bill”. *Electricity Transmission*. Disponible em <https://www.nationalgridet.com/about-us/breaking-down-your-bill>
- Neelawela, U. D., Selvanathan, E. A. y Wagner, L. D. (2019). “Global measure of electricity security: A composite index approach”. *Energy Economics*, 433-353.
- Novikova, O. (2017). “The sharing economy and the future of personal mobility: New models based on car sharing”. *Technology Innovation Management Review*, 27-31.
- OCDE (2014). *OECD Best Practice for Regulatory Policy: The governance of Regulators*. Paris: OECD Publishing.
- OCDE (2018). *Infraestructura resiliente para un clima cambiante*. Documento de insumo para el Grupo de Trabajo de Sustentabilidad Climática del G20. Disponible em [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ocde\\_-\\_infraestructura\\_resiliente\\_para\\_un\\_clima\\_cambiante.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ocde_-_infraestructura_resiliente_para_un_clima_cambiante.pdf)
- OCDE, CAF y CEPAL (2013). *Latin American economic outlook 2014. Logistics and competitiveness for development*.
- ONU-Hábitat (2011). *Bridging the urban transport divide*. Nairobi: ONU-Hábitat. Disponible em [https://staging.unhabitat.org/downloads/docs/8019\\_73613\\_WUF5%20Summary%20Report\\_22Feb2011.pdf](https://staging.unhabitat.org/downloads/docs/8019_73613_WUF5%20Summary%20Report_22Feb2011.pdf)
- Ookla/Speedtest (2020). Speedtest global index. Recuperado em agosto de 2020 de <https://www.speedtest.net/global-index>
- Palacios, A. (2020). “Mujeres, reactivación económica y rol del transporte”. *Visiones*. 18 de junho de 2020. Disponible em [www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/06/5-medidas-para-lograr-un-transporte-inclusivo/](http://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/06/5-medidas-para-lograr-un-transporte-inclusivo/)
- Perrotti, D. E. y Sánchez, R. (2011). *La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe*. Serie Recursos Naturales e Infraestructura, 153. Santiago de Chile: CEPAL.
- Polga-Hecimovich, J. (2019). “Bureaucracy in Latin America”. En G. Prevost (ed.), *Oxford research encyclopedia of Latin American politics*. Oxford: Oxford University Press.
- Ranchordás, S. (2020). “Nudging citizens through technology in smart cities”. *International Review of Law, Computers & Technology*, 34(3): 254-276.
- Rayle, L., Dai, D., Chan, N., Cervero, R. y Shaheen, S. (2016). “Just a better taxi? A survey-based 31 comparison of taxis, transit, and ridesourcing services in San Francisco”. *Transport Policy*, Vol. 45, No. C, 2016, pp. 168-178.
- Ríos, R. A., Taddia, A. P., Pardo, C. y Lleras, N. (2015). *Ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe: Guía para impulsar el uso de la bicicleta*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Rivas, M. E., Suárez-Alemán, A. y Serebrisky, T. (2019a). “Stylized urban transportation facts in Latin America and the Caribbean”. *Technical Note N° IDB-TN-1640*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Rivas, M. E., Suárez-Alemán, A. y Serebrisky, T. (2019b). “Urban transport policies in Latin America and the Caribbean: Where we are, how we got here, and what lies ahead”. Banco Interamericano de Desarrollo.141

- Rojas, F. (2020). "Impactos del COVID-19 en agua y saneamiento en América Latina". *Visiones*. 2 de julio de 2020. Disponível em [www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/07/impactos-del-covid19-en-agua-y-saneamiento-en-america-latina/](http://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/07/impactos-del-covid19-en-agua-y-saneamiento-en-america-latina/)
- Ros, A. J., Brown, T., Lessem, N., Hesmondhalgh, S., Reitzes, J. D. y Fujita, H. (2018). *International experiences in retail electricity markets*. Junio. The Brattle Group.
- Rozenberg, J. y Fay, M. (Eds.). (2019). *Beyond the gap: How countries can afford the infrastructure they need while protecting the planet*. Banco Mundial.
- Sadik-Khan, J. y Solomonow, S. (2020), "Fear of public transit got ahead of the evidence". *The Atlantic*. Coronavirus: COVID-19. 14 de junio de 2020. Disponível em [https://www.theatlantic.com/ideas/archive/2020/06/fear-transit-bad-cities/612979/?utm\\_source=feed](https://www.theatlantic.com/ideas/archive/2020/06/fear-transit-bad-cities/612979/?utm_source=feed)
- Scholl, L., Bouillon, C. P., Oviedo, D., Corsetto, L. y Jansson, M. (2016). *Urban transport and poverty: Mobility and accessibility effects of IDB-supported BRT systems in Cali and Lima*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. New York: Crown Business.
- Schwartz, T. y Satola, D. (2000). *Telecommunications legislation in transitional and developing economies*. Documento técnico. Banco Mundial.
- Scorcia, H. (2018). "Retos y oportunidades para el financiamiento de la operación del transporte público en Ciudad de Panamá". *Transporte y Desarrollo en América Latina*, 1(1), 31-53.
- Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2019). *Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental de proyectos hidroeléctricos*. Disponível em <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/desarrollo-sostenible/evaluacion-ambiental/guias-de-evaluacion-ambiental/proyectos-hidroelectricos>
- Seoul Metropolitan Government (2020). *Seoul announces how to use public transportation while practicing the 'distancing in daily life' campaign*. Disponível em <http://english.seoul.go.kr/seoul-announces-how-to-use-public-transportation-while-practicing/>
- Shaheen, S. y Cohen, A. (2020). "Mobility on demand (MOD) and mobility as a service (MaaS): Early understanding of shared mobility impacts and public transit partnerships". *Demand for Emerging Transportation Systems* (pp. 37-59). Elsevier.
- SPIM-Taryet (2019). *LOGUS: estrategia CAF en logística urbana sostenible y segura*. CAF. Disponível em <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1510>
- Steer (2020). "IDEAL - Documento sectorial TUPM". Documento inédito.
- Steer México, Pereira, L., Echavarría, A., Mazorra, A., Mireles, R., Mejía, S. y Peña, P. (2020). *Patrones de movilidad con perspectiva de género en la Ciudad de México*. Caracas: CAF. Disponível em <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1635>
- Suárez Alemán, A., Serebrisky, T. y Perelman, S. (2019). "Benchmarking economic infrastructure efficiency: How does the Latin America and Caribbean region compare?" *Utilities Policy*, 58, 1-15.
- SUNASS (2019). *Benchmarking regulatorio de las empresas prestadoras (EP) 2019*. SUNASS, Dirección de Regulación. Disponível em <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/1.-Benchmarking-regulatorio-de-las-EP-2019.pdf>
- Taylor, A. (2018). "The bike-share oversupply in China: Huge piles of abandoned and broken bicycles". *The Atlantic*. 22 de Março.
- Tirachini, A. y Cats, O. (2020). "COVID-19 and public transportation: Current assessment, prospects, and research needs". *Journal of Public Transportation*, 22 (1): 1-21.

- Tirado Morueta, R., Mendoza Zambrano, D., Marín Gutiérrez, I., y Mendoza Zambrano, M. (2017). "The relativity of sociodemographic determinism on the digital divide in high school students in Ecuador". *International Journal of Communication*, 11: 1528-1551.
- Transport for London (2019). *Travel in London. Report 12*. Disponible em <http://content.tfl.gov.uk/travel-in-london-report-12.pdf>
- TUMI (2020). *Guidelines for public and mass transport, and COVID control*. Disponible em <https://www.transformative-mobility.org/news/guidelines-for-public-and-mass-transport-and-covid-control>
- U.S. Department of Energy (2010). "Smart grid research & development. Multi-year program plan 2010-2014". U.S. Department of Energy, Office of Electricity Delivery & Energy Reliability. Marzo.
- U.S. Department of Energy (2018). "Smart grid system report 2018. Report to Congress". Noviembre. Washington, D.C.
- U.S. Department of Transportation (2017). "Mobility on demand. Operational concept report".
- U.S. Energy Information Administration (2020). Form EIA-860 detailed data with previous form data. Electricity. Disponible em <https://www.eia.gov/electricity/data/eia860/>
- Universidad Nacional de Colombia (2018). "Línea de base de evasión para el componente troncal del sistema". Contrato interadministrativo 564 de 2017, Línea 3.
- van Essen, M., Thomas, T., Chorus, C. y van Berkum, E. (2019). "The effect of travel time information on day-to-day route choice behaviour: Evidence from a real-world experiment". *Transportmetrica B: Transport Dynamics*, 7(1), 1719-1742.
- Vasconcellos, E. (2002). *Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas*. São Paulo: Annablume.
- Vié, P., Buvat, J., Srivastava, A. y KVJ, S. (2015). *Big data blackout: Are utilities powering up their data analytics?* Capgemini Consulting.
- Villadsen, B., Vilbert, M. J., Harris, D. y Kolbe, L. (2017). "Emerging issues and implications for cost of capital". En *Risk and return for regulated industries*, capítulo 11. Academic Press.
- White, L. y Sintov, N. (2019). "Health and financial impacts of demand-side response measures differ across sociodemographic groups". *Nature Energy*, doi:10.1038/s41560-019-0507-y
- Wildt, T. de, Chappin, E., van de Kaa, G., Herder, P. y van de Poel, I. (2019). "Conflicting values in the smart electricity grid a comprehensive overview". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 111, 184-196.
- WWAP (2019). *The United Nations world water development report 2019: Leaving no one behind*. UNESCO, Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. Disponible em <https://en.unesco.org/themes/water-security/wwap/wwdr/2019>
- Xu, M., David, J. y Kim, S. (2018). "The fourth industrial revolution: Opportunities and challenges." *International Journal of Financial Research*, 9:2, 90-95.
- Yan, X., Zhao, X., Han, Y., Van Hentenryck, P. y Dillahunt, T. (2019). *Mobility-on-demand versus fixed-route transit systems: An evaluation of traveler preferences in low-income communities*. Disponible em <http://arxiv.org/abs/1901.07607>
- Zahavi, Y. y Taltvitie, A. (1980). "Regularities in travel time and money expenditures". *Transportation Research Record*, 13-19.
- Zipitria, L. (2020). "IDEAL: Nota técnica sectorial. Infraestructura para el agua en América Latina". Documento inédito.



