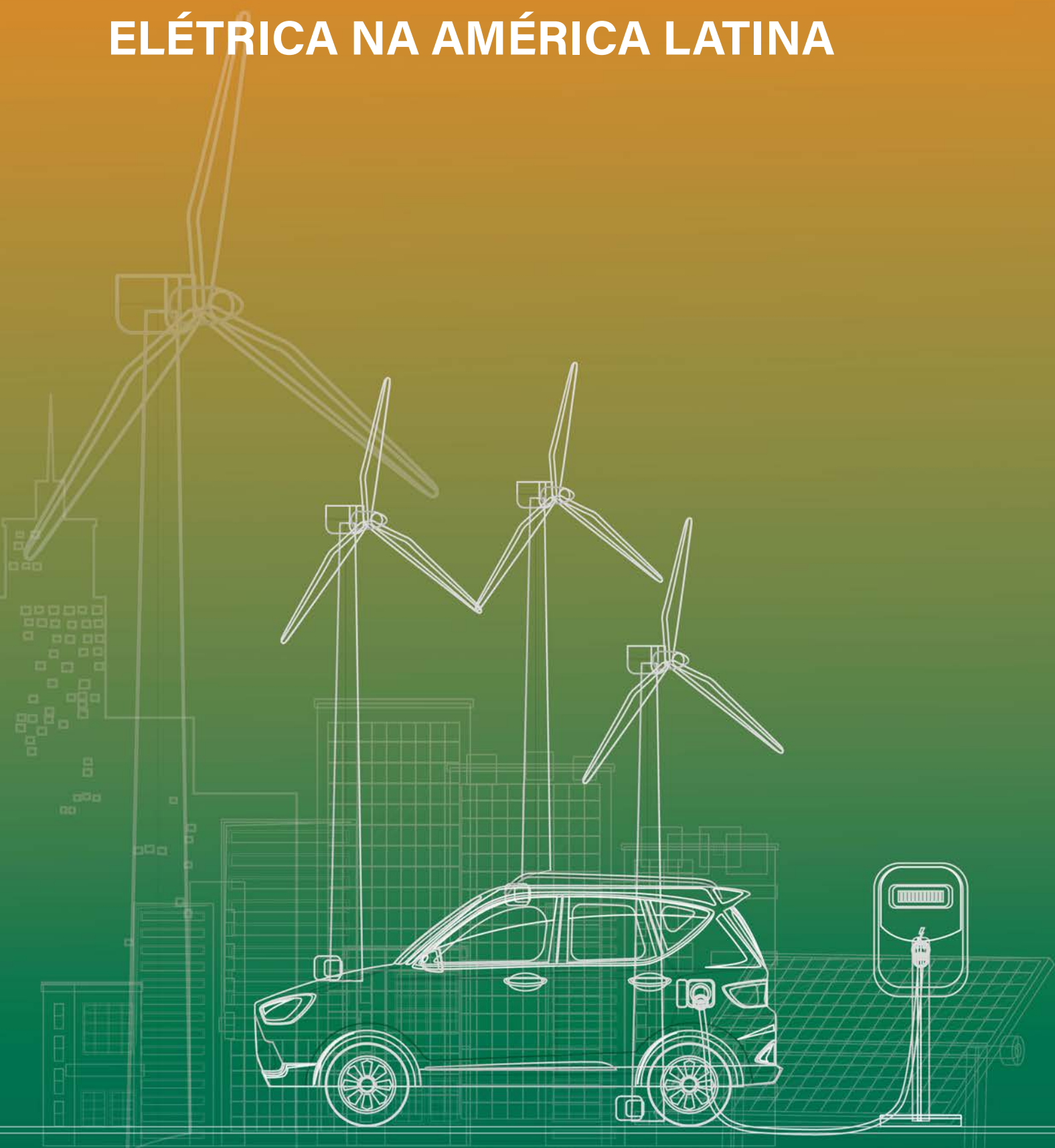


A REDE DE DISTRIBUIÇÃO COMO HABILITADORA DA MOBILIDADE ELÉTRICA NA AMÉRICA LATINA





AUTORES E COLABORADORES:

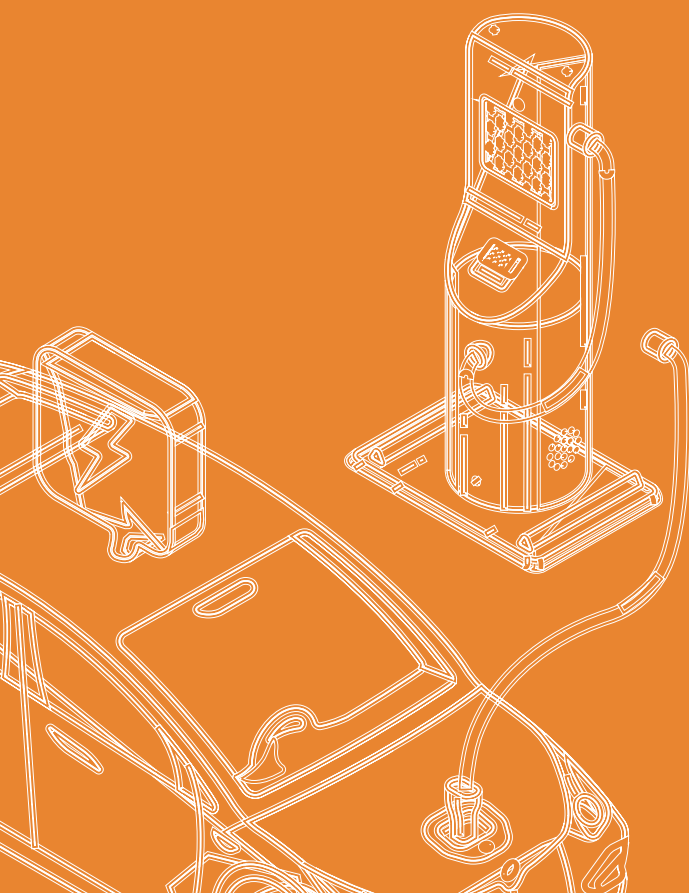
Jorge Sánchez Cifuentes, David Felipe Acosta Correa, Alessandra Genu Dutra Amaral, Roberto Cajamarca, Sandra Marcela Quijano López, Andrea Pérez, Romina Aguilar, Lucía González, Larissa Cunha, Horacio Nadra, Claudio Bulacio, Gastón Blanquet, Hilario Bistoletti, Aldo Andrés, Edgardo Volosín, María José Pérez Vanmorlegan, Jose Luis Marinelli, Daniel Moreno, Juan Carlos Tripadi, Hugo Di Tofino, Luiz Felipe Falcone De Souza, Lucas Noura De Moraes Rego Guimarães, Jose Elias Orth, Fabiano Carvalho da Rosa, Talita Darwiche, Isabella Guedes, Guilherme Lencastre, Anna Paula Pacheco, Aldo de Jesus Pessanha, Vanderlei Martins, Iuri de Oliveira Barouche, Cristiano De Lima Logrado, Enio da Cunha Leal, Mariana Silva Barreto, Francisco Mualim, Víctor Alejandro Tavera, Pablo Antonio Jofré, Daniel Ignacio Gómez Sagner, Patricio Molina, Catalina Domínguez, Gina Constanza Pastrana Silva, Yohana Galvis Silva, Manuel José Gómez Pineda, Mildred Alexandra Cárdenas Rodríguez, Patricio Quituisaca, Vicente Barrera, Sergio Zambrano, Lissette Barrios Pinzón, Dimas Carranza, Mónica Cataldo, Jorge Ponce, Julio César Luján Rojas, Josías Olivares Ramos, Javier Alexander Muro Rosado, Giancarlo Pérez Salinas, Walter Sciutto Brattoli, Ernesto San Miguel Lynch, Miguel Angel García Oruna, Andrea Malerba.

Data:
Maio de 2024



Agradecemos de maneira especial às contribuições feitas para este trabalho pela Asociación Latinoamericana de Movilidad Sostenible (ALAMOS) e, principalmente, aos seguintes integrantes:

Silvia Rojas Soto (Presidente Alamos), Sergio Álvaro (AAVEA Argentina), Adolfo Rojas (AEDIVE Peru), Rodrigo Salcedo (AVEC Chile), Marco Tomasino (ASOMOVES O Salvador), Rodrigo Anjel (ANDEMOS Colômbia)



01.	INTRODUÇÃO	6
02.	ESTADO ATUAL DA MOBILIDADE ELÉTRICA NA AMÉRICA LATINA	7
	A. Crescimento da adoção de veículos elétricos	7
	B. Infraestrutura de carga elétrica	7
	C. Incentivos gubernamentales y regulaciones	8
	D. Desafíos e obstáculos	11
03.	BENEFÍCIOS E VANTAGENS DA MOBILIDADE ELÉTRICA NA REGIÃO	13
	A. Investimentos da indústria automotiva	13
	B. Outros benefícios ambientais e econômicos	18
	C. Diversificação e eficiência energética	19
	D. Experiências em cidades latino-americanas	21
04.	ALAVANCAS DA MOBILIDADE ELÉTRICA NA AMÉRICA LATINA	27
	A. Inversiones de la industria automotriz	27
	B. Modelos de negócio, alianças estratégicas e colaborações	27
	C. Inovações tecnológicas em veículos elétricos	29
	D. Alavancas da mobilidade sustentável	29
05.	IMPORTÂNCIA DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO NA MOBILIDADE ELÉTRICA	32
	A. Interação com o sistema elétrico	32
	B. Papel da regulação da distribuição de energia elétrica	36
	C. Papel das empresas de distribuição de energia elétrica	36
06.	PERSPECTIVAS FUTURAS DA MOBILIDADE ELÉTRICA NA AMÉRICA LATINA	39
	A. Prognósticos de crescimento	39
	B. Tendências emergentes em tecnologia de veículos elétricos	39
	C. Papel da mobilidade compartilhada	40
	D. Possíveis mudanças na política governamental	40
07.	CONCLUSÕES	41
	A. Recapitulação dos pontos chave	41
	B. Importância da mobilidade elétrica para o futuro da região	41
	C. Chamada para ação e recomendações finais	42
08.	REFERÊNCIAS	43



PREFÁCIO

A rede elétrica como elemento integrador com ampla capilaridade é essencial não só para possibilitar a recarga dos veículos elétricos, mas também para garantir que a mesma seja realizada de forma eficiente para o sistema e ambientalmente sustentável.

Isto implica não apenas fornecer a infraestrutura física necessária para que a energia elétrica chegue ao veículo, mas também desempenhar, como operador que gerencia a rede, um papel fundamental em adaptar a infraestrutura, administrar a demanda, integrar as fontes renováveis, implementar as tecnologias inteligentes, desenvolver regulamentações adequadas e garantir a resiliência e a segurança do sistema.

Este papel habilitador é essencial para proporcionar a segurança necessária ao usuário de veículos elétricos e permitir o seu crescimento e a sua adoção em massa, contribuindo para a transição para um sistema de transporte mais limpo e sustentável.



Jorge Sanchez Cifuentes

Innovation Fiocal Point de Enel Iberia

INTRODUÇÃO

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) relacionados com o uso da energia buscam uma maior eficiência energética em toda a cadeia de consumo, o que implica atribuir a mesma importância tanto à geração quanto ao consumo de energia nos diferentes setores da sociedade. A mobilidade elétrica surge como um componente-chave nesses objetivos, permitindo a integração de fontes renováveis com uma baixa pegada de carbono e duplicando a eficiência energética em comparação com a mobilidade baseada em combustão interna, ao mesmo tempo em que reduz as emissões de partículas e gases de efeito estufa.

As vantagens da mobilidade elétrica são inegáveis, mas seu impacto real dependerá da implementação, da rapidez de sua adoção e das características específicas de cada região. O propósito fundamental deste documento é

fornecer uma visão completa das vantagens e desafios do desenvolvimento da mobilidade elétrica juntamente com o desenvolvimento das infraestruturas elétricas no contexto da América Latina, destacando a importância de sincronizar esses desenvolvimentos para facilitar a transição energética e o aproveitamento das novas tecnologias subjacentes. Dessa maneira, busca-se oferecer uma compreensão integral do impacto da mobilidade elétrica e do papel do DSO (Distribution System Operator, ou Operador do Sistema de Distribuição) como facilitador da transformação sustentável da mobilidade e da energia na região.

Este documento reúne as contribuições das empresas associadas à ADELAT, bem como dos membros da Associação Latino-Americana de Mobilidade Sustentável (Alamos).

ESTADO ATUAL DA MOBILIDADE ELÉTRICA NA AMÉRICA LATINA



A. Crescimento da adoção de veículos elétricos

A mobilidade elétrica registrou um crescimento de mais de 260% nos países mais representativos da América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, México, Peru, República Dominicana e Uruguai) nos últimos dois anos. Durante o primeiro semestre de 2023, o México experimentou um aumento de 30% nas vendas de veículos elétricos, o Chile exibiu um incremento acumulado de 17% entre janeiro e abril, enquanto o Equador e o Uruguai se destacaram com um crescimento de 80% e 68%, respectivamente, no primeiro quadrimestre. A Costa Rica apresentou um crescimento significativo, dobrando a entrada de veículos elétricos durante esse semestre. Esses dados refletem uma tendência marcante de adoção de veículos elétricos na região,

impulsionada por uma combinação de fatores, incluindo a preocupação com o meio ambiente, a redução dos custos das baterias e o aumento na disponibilidade de modelos de veículos elétricos (VE). No entanto, o mercado de veículos elétricos na região continua sendo incipiente em comparação com os países desenvolvidos.

B. Infraestrutura de carga elétrica

Da mesma forma, a infraestrutura de carregamento de veículos elétricos na América Latina está em uma fase de desenvolvimento ativo. A disponibilidade de estações de carregamento é um fator crucial para o sucesso da mobilidade elétrica na região.

Atualmente, estão sendo implementadas redes de carregamento em cidades-chave, evidenciando

um esforço significativo para atender à crescente demanda. O Brasil já conta com cerca de 2.250 pontos de recarga públicos, enquanto no México podem ser encontrados cerca de 1.631. Essa mesma tendência está sendo observada no Chile (471), Costa Rica (400), Colômbia (347), Argentina (149) e Uruguai (97).

As empresas de energia desempenham um papel crucial ao investir na expansão dessa infraestrutura, marcando um avanço promissor. Esse impulso reflete a crescente conscientização sobre a importância da infraestrutura de carregamento para apoiar a transição para a mobilidade elétrica na América Latina.

C. Incentivos governamentais e regulações

O impacto das políticas públicas no desenvolvimento da eletromobilidade na América Latina é muito importante, pois estas podem facilitar ou dificultar a transição para um transporte mais limpo, eficiente e sustentável. Os países que adotaram políticas públicas com incentivos abrangentes ou focadas em promover o setor têm alcançado um melhor desempenho na mobilidade sustentável. Alguns dos aspectos que as políticas públicas podem influenciar são:

- A oferta e demanda de veículos elétricos, por meio de incentivos econômicos, tributários, regulatórios e normativos que estimulem sua aquisição e uso.
- A infraestrutura de recarga, através da promoção de investimentos públicos e privados, definição de padrões técnicos e regulação do mercado de serviços de carga.
- A integração da mobilidade elétrica com o sistema energético, por meio do estímulo à geração de energia renovável, gestão da demanda e otimização da rede elétrica.
- A inclusão social e territorial da mobilidade elétrica, por meio do desenvolvimento de

sistemas de transporte público elétrico, promoção da micromobilidade elétrica e atendimento às necessidades dos setores mais vulneráveis.

- A inovação e o desenvolvimento industrial da mobilidade elétrica, por meio do apoio à pesquisa, desenvolvimento tecnológico, capacitação e criação de cadeias de valor locais.

Muitos países da região implementaram incentivos para promover a adoção de veículos elétricos. Tais incentivos incluem isenções fiscais, descontos na compra de veículos elétricos e políticas de estacionamento preferencial. As regulamentações também estão evoluindo para promover a mobilidade elétrica como um fator-chave para alcançar a redução das emissões de CO₂. Os governos locais também desempenham um papel importante na definição dos facilitadores para o crescimento das redes, promovendo a cessão de espaços para subestações, linhas subterrâneas e normas de construção em regiões densas. Alguns exemplos de incentivos governamentais são os seguintes¹:



Chile: Implementou incentivos econômicos e fiscais para promover a eletromobilidade, bem como projetos piloto de transporte público elétrico. Além disso, possui uma lei de eficiência energética e uma estratégia nacional de mobilidade elétrica.



Colômbia: possui mais de 1.500 ônibus elétricos e quase 640 mil veículos a gás natural veicular, o que o torna líder regional em transporte público limpo. Também tem promovido a bicicleta como meio de transporte, com mais de 900 km de ciclovias no país.

1- Os incentivos regulatórios por país podem ser consultados em: <https://blinkcharging.mx/beneficios-exclusivos-para-vehiculos-electricos-en-latinoamerica/>



Costa Rica: Estabeleceu seus incentivos exclusivamente para veículos 100% elétricos, e suas metas são direcionadas para a mobilidade de zero emissões. Ele possui uma lei de incentivos desde 2018 e uma rede de carregamento que abrange todo o território nacional. Em 2024, começou a entrada de veículos de carga leve e pesada 100% elétricos, incluindo caminhões e furgões de até 40 toneladas.



O Salvador: A Lei de Promoção e Impulso aos Meios de Transporte Elétricos e Híbridos está pendente da aprovação pelo plenário legislativo de reformas que permitirão uma maior abertura à entrada de veículos elétricos. Concessionárias de marcas reconhecidas têm introduzido unidades PHEV - Híbridas Plug-in que estão tendo uma aceitação tímida no mercado. Na próxima administração, estima-se que 10% da frota nacional de veículos de quatro rodas serão substituídos por unidades elétricas, e 20% das motocicletas nacionais serão substituídas por elétricas.



México: Desenvolveu políticas públicas para promover a mobilidade sustentável, como o programa “Hoy No Circula”, o sistema de bicicletas compartilhadas Ecobici e o Metrobús.



Perú: O Decreto Supremo 022-2020-EM estabeleceu que o Serviço de Carga de Baterias para mobilidade elétrica tem caráter comercial e é realizado em condições de competição

(eletrolinhas). O Regulamento para a Instalação e Operação da Infraestrutura de Carregamento da Mobilidade Elétrica (ICME) tem os seguintes objetivos: (i) criar um quadro regulamentar para orientar os diferentes atores envolvidos na instalação, adaptação e operação da infraestrutura de carregamento da mobilidade elétrica-ICME; e (ii) estabelecer os requisitos mínimos de instalação, operação, segurança e manutenção que a ICME deve cumprir, bem como o design e a construção de suas instalações.



Uruguai: Tem sido pioneiro na região na eletrificação do transporte, com uma frota de táxis, ônibus e caminhões elétricos. Também tem incentivado o uso de veículos híbridos e elétricos por meio de isenções fiscais e benefícios tarifários.

Na tabela a seguir, é resumido o quadro consolidado de políticas, regulamentações e incentivos para a eletromobilidade em uma amostra de países da América Latina:

Tabela 1: Quadro consolidado de política, regulação e incentivos para a eletromobilidade.

Ámbitos	Componentes	Argentina	Brasil	Colombia	Ecuador	México
Estandarización e interoperabilidad	Eficiencia Energética					
	Funcionamiento de los vehículos eléctricos					
	Infraestructura de carga					
	Comunicación vehículo-red					
	Emisiones de vehículos livianos					
Circulación y confiabilidad	Acceso a vías exclusivas HOV* o bus					
	Estacionamientos preferenciales/gratis					
	Exención restricción vehicular					
	Descuentos en pagos por la circulación					
	Infraestructura de carga					
Ampliación de la oferta y facilitación de la adquisición a los usuarios	Subvenciones					
	Exenciones impositivas					
	Descuentos posteriores a la compra					
	Créditos de impuesto a la renta					
Generación de entornos promotores de electromovilidad	Servicios de transporte compartido					
	Usos secundarios para las baterías					
	Leasing					
	Compromisos ambientales					
Interrelación con el sector eléctrico	Generación Distribuida (GD)					
	Tarifa eléctrica diferenciada por horario					

* HOV = High Occupancy Vehicle

Fonte: Kerrigan (2022). Políticas públicas relacionadas con la electromovilidad en América Latina y El Caribe.

Esses investimentos também exigem fontes de financiamento. Nesse sentido, instituições multilaterais, como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) têm impulsionado e financiado iniciativas para a adoção de veículos elétricos na região, por meio de empréstimos e assistência técnica para o desenvolvimento de infraestrutura de carregamento, sistemas de transporte público elétrico e programas de incentivo à compra de carros elétricos. Também têm publicado estudos e guias para ajudar os governos a projetar políticas e regulamentações que facilitem a transição para a mobilidade elétrica, como é mostrado na seguinte figura:

Gráfico 1. Atividades do BID no apoio à eletromobilidade na região



Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

D. Desafios e obstáculos

Apesar do progresso evidente, a adoção de veículos elétricos na América Latina enfrenta desafios significativos. A barreira inicial tem sido o alto custo inicial em comparação com os veículos de combustão interna, mas a redução nos preços também depende de uma maior competição na oferta por parte dos importadores e vendedores, o que impulsiona a necessidade de implementar estratégias para reduzir a diferença de preço e incentivar incentivos fiscais, de modo que os veículos elétricos se tornem mais acessíveis para os consumidores. Além disso, a falta de conscientização pública sobre a tecnologia, seus benefícios e a percepção criada em relação a uma autonomia inicial limitada², requer programas educacionais para impulsionar a aceitação e confiança do consumidor.

Do ponto de vista tecnológico e normativo, será necessário dispor de normas claras e abrangentes para o desenvolvimento de uma rede de recarga eficiente e acessível, promover a fabricação de baterias, impulsionar projetos de gestão e reciclagem de baterias, proporcionar capacitação técnica especializada, desenvolver uma cadeia de suprimentos local que abarque componentes e serviços vinculados aos veículos elétricos, conceder isenções fiscais, oferecer incentivos para o transporte coletivo elétrico e estabelecer metas mais ambiciosas na redução de emissões, entre outras iniciativas.

Tudo isso requer um marco regulatório estável que atraia os investimentos privados necessários e permita a recuperação dos investimentos

2 - Desde os 100 km de autonomia dos primeiros modelos, destacam-se os modelos vendidos em 2023 que permitem autônomoas de acordo com o WLTP (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure ou procedimento mundial harmonizado de testes para veículos leves) superiores a 400 km. <https://autoesporte.globo.com/testes/comparativo/noticia/2023/10/byd-dolphin-x-gwm-ora-03-compare-preco-motor-autonomia-tamanho-e-equipamentos.ghtml>

com um benefício razoável. O modelo de remuneração das distribuidoras elétricas como atores-chave pode ser determinante para avançar com os investimentos. É importante que os investimentos realizados sejam remunerados a partir de um esquema de reconhecimento de ativos reais (RAB), o que pode exigir ajustes nos modelos regulatórios de países onde o esquema de remuneração apresenta um risco significativo para o distribuidor de que não seja reconhecido o total de seus investimentos pelo Regulador. A integração holística desses esforços contribuirá significativamente para superar os desafios e acelerar a adoção em massa de veículos elétricos na região latino-americana.

BENEFÍCIOS E VANTAGENS DA MOBILIDADE ELÉTRICA NA REGIÃO



A mobilidade elétrica oferece uma série de benefícios e vantagens para a América Latina, que vão desde a redução da poluição até o impulso à economia local.

A. Impacto en reducción de emisiones

A América Latina deve reduzir a sua pegada de carbono em duas toneladas métricas por pessoa por ano (2 tpc) até 2050, especialmente nos setores de energia e transporte. O transporte é o maior contribuinte para as emissões de gases de efeito estufa (GEE) na América Latina, onde representa 34% das emissões relacionadas à energia, em contraste com os países da OCDE, onde representa 28%. As emissões de GEE do setor de transporte têm crescido globalmente à

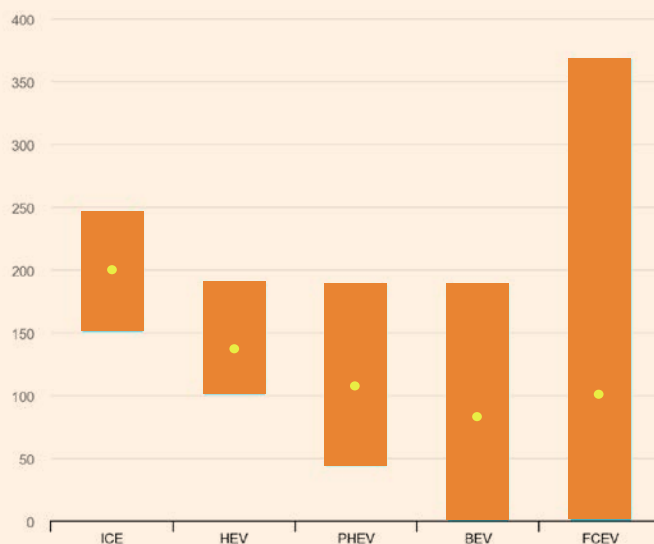
maior taxa desde 1970. Entre as razões destacam-se o aumento da motorização com veículos de combustão interna à medida que cresce o PIB per capita.

Para mitigar as emissões potenciais do setor, políticas devem ser promovidas para reduzir a intensidade energética dos veículos a combustão, sendo necessário avançar decididamente para modos de transporte livres de emissões, especialmente a mobilidade elétrica. Sem mudanças nas políticas, as emissões do setor de transporte poderiam aumentar significativamente mais do que as de outros setores, com o consequente impacto ambiental. A mobilidade elétrica, em conjunto com geração de energia renovável, contribui para menores emissões em

comparação com a mobilidade convencional, de acordo com o relatório “Panorama Global da Eletromobilidade 2022” da Agência Internacional

de Energia (IEA), que analisa as emissões para cada tipo de tecnologia:

Gráfico 2. Emissões de GEE, desde produção até uso, por tipos de veículo (gCO2-eq/km)



Fonte: IEA, “Panorama Global da Eletromobilidade 2022”

Para a região, as diferenças podem ser medidas com base na matriz de geração de energia de cada país, sendo possível observar a economia de emissões por país na tabela a seguir³:

Tabela 2: Economia média de emissões por país devido à mobilidade elétrica

País	Emissões de Eletricidade gCO2/kwh	BEV kgCO2/100 km	BEV kgCO2/ano	Economia média de emissões BEV / ICE
Chile	392	6,27	627,2	63%
Argentina	413	6,61	660,8	61%
Peru	150	2,4	240	86%
Brasil	71	1,14	113,6	93%
Equador	319,3	5,11	510,88	69%
Colômbia	168	2,69	268,8	84%
Guatemala	407	6,51	651,2	61%
Uruguai	43	0,69	68,8	96%
México	653,8	10,46	1046,08	38%

3 - México: <http://www.cec.org/sites/default/napp/es/greenhouse-gases.php>

Equador: <https://www.revistasocialfronteriza.com/ojs/index.php/rev/article/download/48/74/363>

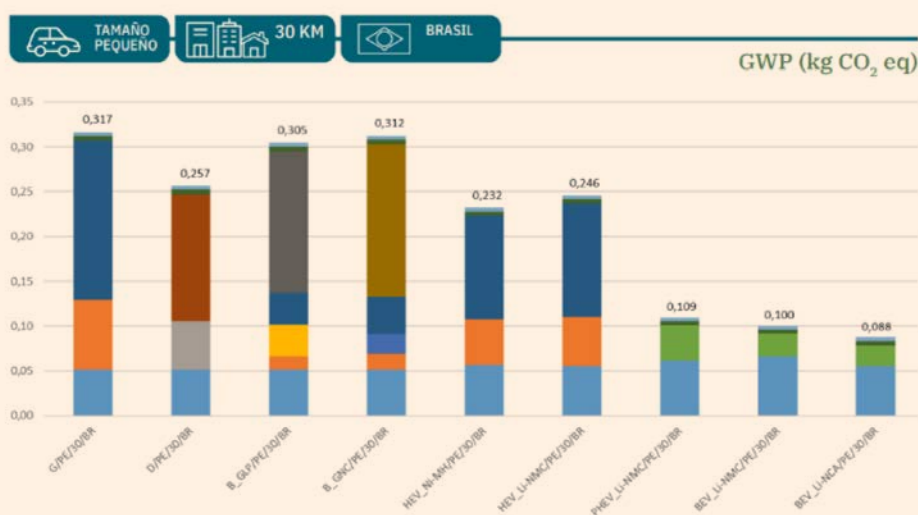
Restante dos países: <https://app.electricitymaps.com/map>

No entanto, um cálculo mais abrangente deve considerar o impacto tanto nas emissões quanto na pegada de carbono de ambas as soluções de mobilidade durante todo o seu ciclo de vida (ACV). Esses números podem aumentar em 50-60 grCO₂/km para veículos de combustão interna, de acordo com o estudo da Goldman-Sachs “New era in CO₂ regulation: EVs to be tested across life cycle, not only on running performance”, enquanto para os veículos elétricos, dependerá das emissões da geração elétrica, podendo chegar a aumentar 100-120 gr

CO₂/km dependendo do mix energético⁴.

Este efeito é confirmado no estudo de impacto da pegada de carbono realizado pelo Centro de Ecodesign Vasco (2020), que analisa 405 casos de 9 tecnologias de propulsão, no qual se identificou que, no caso do Brasil, ao comparar um veículo pequeno que percorre uma distância média de 30 km, observa-se que a tecnologia elétrica tem um impacto nas emissões de apenas um terço em comparação com o impacto do equivalente a gasolina.

Gráfico 3. Comparação de impacto na mudança climática por tecnologia de veículo



Gráfica 66 – Comparativa del impacto en cambio climático de las 9 tecnologías contempladas para un vehículo de tamaño pequeño (PE) realizando el recorrido urbano de 30 km, que circula por Brasil (BR) (kg CO₂ eq.)

Fonte: Centro de Ecodiseño Vasco (2020).

Como as emissões do veículo elétrico são zero no ponto de consumo, os pontos de emissão tanto de gases de efeito estufa quanto de partículas se concentram nos centros de geração e fabricação, tornando mais fácil controlá-las e reduzi-las usando meios de filtragem. Além disso, as fontes de produção de eletricidade não renováveis estão normalmente afastadas das cidades, de modo que o impacto do uso da eletricidade na qualidade do ar e na saúde da população é menor.

Também são identificados benefícios relacionados com a diminuição na geração de resíduos perigosos, como óleos usados, graxas, desengraxantes, entre outros, que causam alta contaminação do solo e da água devido ao seu manejo inadequado. Nesse mesmo sentido, seriam reduzidos os materiais que possam entrar em contato com esse tipo de produtos ambientalmente perigosos, o que significa um menor consumo de matéria-prima e de emissões relacionadas com a logística dos óleos.

4 - Transportation Energy Institute (2021). Life Cycle Carbon Emissions of Electric and Combustion Vehicles.

Potencial da redução de emissões para a América Latina

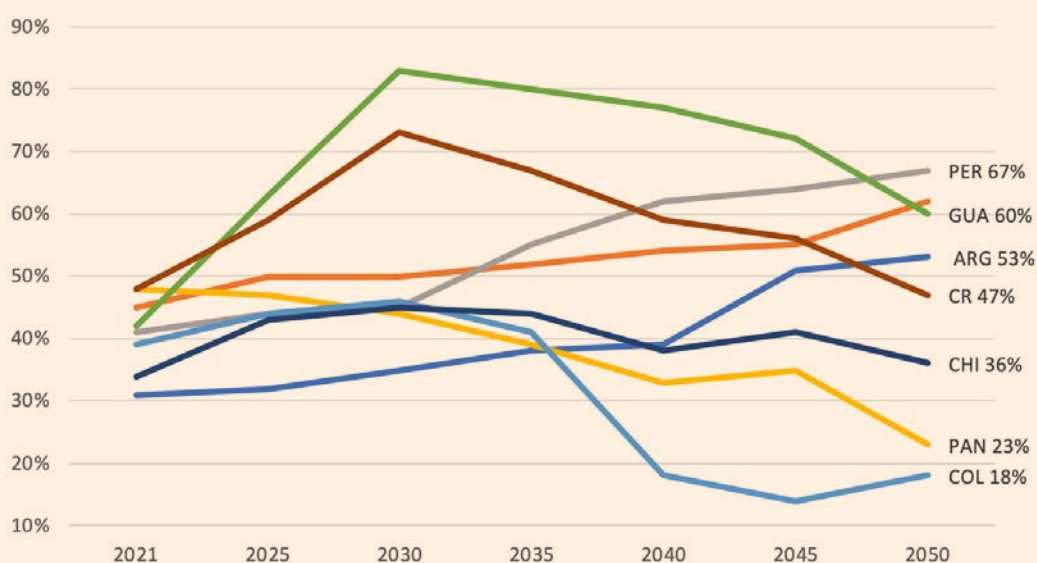
Em 2022, o Grupo Enel - em colaboração com a Deloitte - realizou estudos prospectivos sobre a Rota de Transição Energética até o ano 2050 para os 8 países da América Latina onde opera, projetando as trajetórias possíveis de descarbonização tanto da oferta quanto da demanda de energia, bem como identificando as principais recomendações de políticas públicas habilitadoras para impulsionar a transição e alcançar o zero líquido até 2050.

Os estudos foram realizados mediante a aplicação do TIMES, que é um modelo de otimização no qual são representadas as interações de toda a cadeia energética em um horizonte temporal, testando as tecnologias de oferta e de usos finais de energia. Foram realizadas simulações orientadas para a atenção técnico-econômica da demanda sujeita a uma restrição ou trajetória

(horizonte até 2050) de redução de emissões de GEE, para alcançar o zero líquido em 2050. Do exercício resulta um conjunto de tecnologias ótimas para abastecer os usos finais de energia no horizonte de análise.

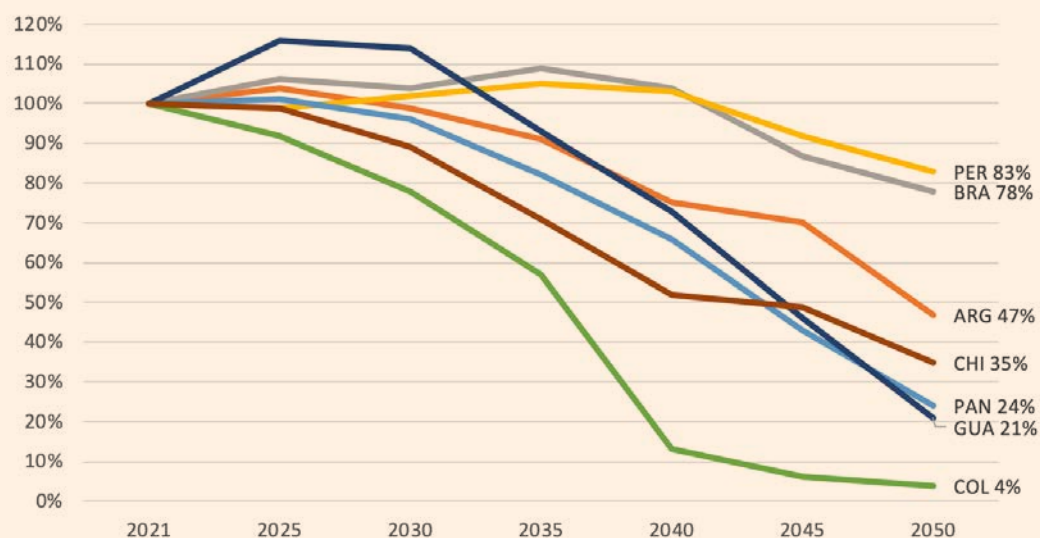
Entre as análises destacáveis deste estudo, no Gráfico 4, observa-se que, em 2021, o subsector de transporte contribuía com entre 31% e 48% do total das emissões do setor de energia em cada país analisado, configurando-se assim como um dos nichos onde mais se pode reduzir emissões de GEE. Os resultados projetados pelo modelo TIMES estabelecem que podem ser alcançadas reduções de até 96% (Gráfico 5, caso da Colômbia) se forem implementadas políticas decisivas na eletrificação da mobilidade.

Gráfico 4. Participação do setor transporte no total de emissões



Fonte: Enel. Projeto Energy Transition Roadmap Latin America (ETR LATAM).

Gráfico 5. Variação nas emissões do setor transporte em relação a 2



Fonte: Enel. Projeto Energy Transition Roadmap Latin America (ETR LATAM)

A Tabela 3 apresenta a evolução do nível absoluto de emissões do setor de transporte nas rotas para os países da região onde o estudo foi realizado. A tendência é decrescente em todos os países (vale notar que cada estudo foi realizado por um

consultor independente), o que permite entender que a transição deve passar inequivocamente pelo caminho da descarbonização do transporte, especialmente por meio da sua eletrificação.

Tabela 3. Evolução de emissões de CO2 do setor transporte

PAÍS	2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ARG	47.64	49.58	47.38	43.13	35.51	33.46	22.27
BRA	195.00	206.00	202.00	213.00	202.00	170.00	153.00
PER	25.10	24.80	25.50	26.40	25.80	23.00	20.90
PAN	4.78	4.81	4.57	3.93	3.17	2.04	1.16
COL	38.30	35.20	30.00	21.70	4.90	2.20	1.60
GUA	13.37	15.47	15.29	12.48	9.73	6.20	2.77
CHI	29.31	29.00	26.00	20.90	15.16	14.30	10.31
CR	5.70	5.02	4.18	3.24	2.28	1.79	1.17

Fonte: Enel. Projeto Energy Transition Roadmap Latin America (ETR LATAM).



B. Outros benefícios ambientais e econômicos

Qualidade do Ar e Redução do Ruído

Em uma região que frequentemente enfrenta problemas de qualidade do ar e poluição sonora devido ao ruído do tráfego, a adoção de veículos elétricos pode contribuir significativamente para a melhoria da qualidade de vida e da esperança de vida das pessoas.

Só em 2016, mais de 80 mil pessoas na América Latina faleceram por doenças relacionadas com as emissões de combustíveis fósseis. A transição completa para a eletromobilidade produziria uma economia de 30 bilhões de dólares em saúde pública na região. Uma avaliação do transporte híbrido e elétrico em operação nas cidades do Rio de Janeiro, São Paulo, Bogotá e Santiago mostrou o impacto da eletromobilidade na diminuição da poluição local. Os projetos piloto relataram, em média, uma redução de óxidos de nitrogênio de 62% e, em alguns casos, de até 78%, assim como uma diminuição do material particulado PM_{1,5} de 72%, em média⁵.

Da mesma forma, é importante o efeito que a exposição ao ruído permanente tem sobre

a saúde. Na Europa, segundo a AEMA em seu relatório de 2023, "há pelo menos 18 milhões de pessoas que sofrem grandes incômodos e 5 milhões que padecem de distúrbios graves do sono devido à exposição prolongada ao ruído do transporte". O veículo elétrico pode ajudar na redução deste efeito, dado que o ruído gerado pelo veículo elétrico pode ser até 20 dB menor em baixas velocidades do que o de um veículo de combustão, podendo reduzir o impacto em zonas altamente povoadas, como as cidades⁶.

Oportunidades econômicas

A transição para a mobilidade elétrica apresenta uma série de benefícios econômicos e sociais que podem contribuir para o desenvolvimento sustentável da região, pois implica uma reconversão industrial que estimula a adaptação da indústria automotiva e gera novas oportunidades de trabalho e de empreendedorismo em atividades como a fabricação e reciclagem de baterias, a gestão de carga e novos negócios de mecânica e revisão de veículos elétricos. Este processo não só impulsiona a inovação tecnológica, mas também cria empregos locais de alta qualificação, fortalecendo a infraestrutura industrial e tecnológica da região.

5 - BID (2019). "Electromovilidad: transporte más limpio, seguro y eficiente."

6 - Salleh, I. & Md zain, M. Z. & Raja, Raja. (2013). Evaluation of Annoyance and Suitability of a Back-Up Warning Sound for Electric Vehicles.

Por outro lado, a redução da dependência dos combustíveis fósseis através da mobilidade elétrica pode ter um impacto estabilizador nos preços da energia, diminuindo a vulnerabilidade econômica da região. Além disso, a geração solar apresenta uma melhor eficiência energética em relação à superfície utilizada por cultivos energéticos, como o etanol. Um hectare dedicado à geração solar produz 23 vezes mais energia do que um cultivo energético. Isso não apenas evita a competição direta com os cultivos de alimentos, mas também contribui para reduzir a pressão sobre os preços desses alimentos⁷.

Finalmente, a mobilidade elétrica pode melhorar a competitividade e a produtividade das empresas que utilizam veículos, ao reduzir seus custos operacionais e de manutenção, e aumentar a disponibilidade e a confiabilidade dos serviços de transporte.

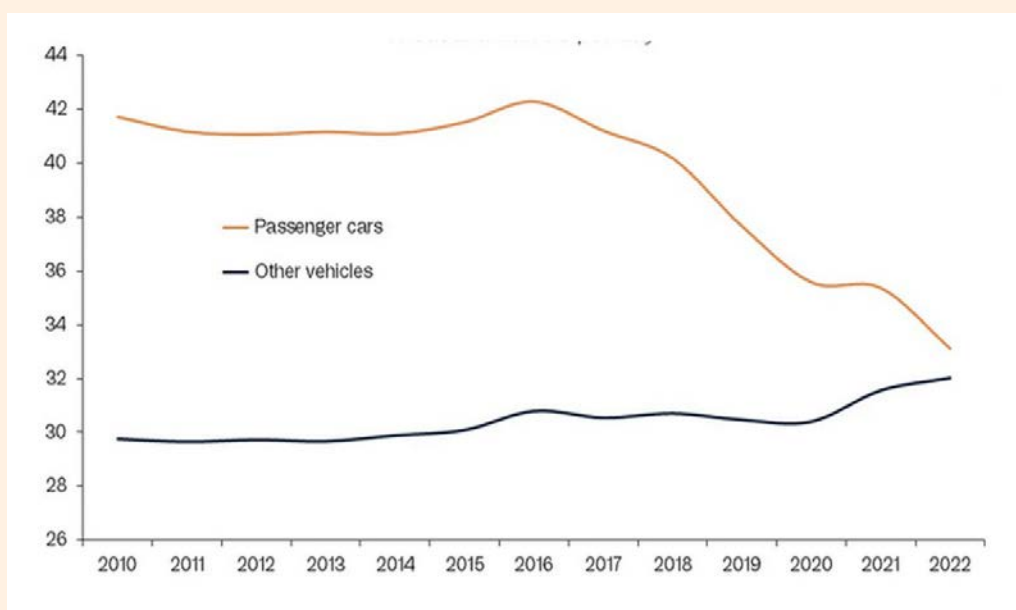
C. Diversificação e eficiência energética

A mobilidade elétrica atua como propulsora para

a transição energética e a geração distribuída renovável. A América Latina é rica em recursos naturais, incluindo fontes de energia renovável, como a energia hidrelétrica, solar, eólica e energias marinhas. A mobilidade elétrica facilita a integração desses recursos na matriz energética, promovendo a diversificação e a sustentabilidade.

A mobilidade elétrica pode aproveitar esses recursos para carregar veículos de forma mais sustentável, agregando valor local, reduzindo a dependência dos combustíveis fósseis e fortalecendo a segurança energética. No caso da Noruega, a alta penetração de veículos elétricos permitiu reduzir a demanda de hidrocarbonetos para mobilidade leve em 10% em 2023 em relação à média dos anos de 2017 a 2019. No entanto, seu consumo total permanece estável, uma vez que outras fontes de consumo de transporte rodoviário não foram reduzidas, o que indica que também é necessário atuar no transporte público e de mercadorias por estrada.

Gráfico 6. Uso estimado de combustível na Noruega por tipo de veículo (Milhares de barris por dia)



Fonte: Rystad Energy (2023).

Com a mobilidade elétrica, prevê-se uma melhoria na eficiência devido à mudança energética (eletrificação da demanda), o que se traduz em uma diminuição da taxa de crescimento do consumo de energia no setor de transporte. Nos estudos realizados no contexto do projeto Energy Transition Roadmap da Enel para os países da América Latina, evidencia-se que, uma vez eletrificado o setor de transporte a longo prazo, o crescimento do seu consumo final de energia é moderado ou até diminui, como se observa na Tabela 4.



Por outro lado, a redução da dependência dos combustíveis fósseis através da mobilidade elétrica pode ter um impacto estabilizador nos preços da energia, diminuindo a vulnerabilidade econômica da região.

Tabela 4. Consumo final de energia - setor de Transporte (Mton)

PAÍS	2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ARG	16.07	16.71	16.29	15.50	13.91	13.59	12.00
BRA	86.09	93.57	99.58	112.94	129.08	139.07	157.35
PER	8.34	8.22	8.43	8.86	9.00	8.93	9.08
PAN	1.57	1.63	1.62	1.51	1.37	1.18	1.00
COL	13.46	12.81	12.47	12.36	11.99	12.60	14.49
GUA	4.37	5.17	5.66	5.41	5.20	4.94	4.72
CHI	9.78	9.86	9.27	8.24	7.09	7.54	8.16
CR	1.86	1.69	1.57	1.41	1.29	1.29	1.29

Fonte: Enel. Projeto Energy Transition Roadmap Latin America (ETR LATAM).

Por outro lado, a popularização dos veículos elétricos incentiva a instalação de sistemas de carga inteligente que podem ser gerenciados para aproveitar períodos de menor demanda elétrica. Esta flexibilidade contribui para uma gestão eficiente da infraestrutura de distribuição elétrica e melhora a integração de fontes renováveis intermitentes, o que aprimora a diversificação da matriz energética.

A transição para a mobilidade elétrica promove a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias relacionadas a baterias, armazenamento de energia e sistemas de carga avançados. Este impulso tecnológico não apenas beneficia o setor

automotivo, mas também pode ter vantagens em termos de economia de produção para desenvolver novas aplicações que impulsionem a transição energética, promovendo um ciclo virtuoso no setor elétrico.

Em resumo, a mobilidade elétrica não somente é uma resposta responsável do ponto de vista ambiental e de saúde pública, como também se apresenta como um motor para o crescimento econômico, a criação de empregos locais e a melhoria da diversificação e eficiência energética na América Latina. Para materializar esses benefícios, é necessário que a América Latina e o Caribe avancem dos projetos piloto para a

popularização do transporte de baixa emissão, por meio de um planejamento abrangente, coordenado e participativo, que envolva diversos atores públicos e privados, e que leve em consideração as necessidades e características de cada país e região.

D. Experiências em cidades latino-americanas

Vários países e cidades da região têm demonstrado que a mobilidade elétrica pode ser bem-sucedida. A seguir, são apresentadas as principais experiências com o objetivo de que possam servir de referência e inspiração para outras regiões.



Argentina:

O Estado Nacional elaborou um Plano Nacional de Transporte Sustentável que prevê substituir 50% do universo de veículos por elétricos até 2030 e 100% até 2050. A Cidade Autônoma de Buenos Aires avaliou três tecnologias de ônibus sustentáveis durante 2018 a 2020⁸.

Em 2023, a Associação Argentina de Veículos Elétricos e Alternativos (AAVEA) apresentou um Projeto de Lei com número 0126-P-2022 no Congresso da Nação, baseado no projeto de 'Lei de Promoção da Eletromobilidade' apresentado no ano anterior pelo Poder Executivo Nacional com o número 0016-PE-2021; com contribuições

derivadas dos projetos anteriormente apresentados pela AAVEA, bem como de legisladores, setores sindicais, empresariais e do público em geral.



Brasil:

Em cidades como São Paulo, as empresas de distribuição instalaram diversas eletrolinhas com 20 pontos de recarga para uso próprio e de seus clientes. A EDP possui um centro de recarga em sua sede com 14 pontos de recarga e o E-Lounge com 6 pontos de recarga no bairro de Pinheiros. A EZ Volt possui uma eletrolinera com 8 pontos de recarga no bairro da Mooca.

O projeto "Plug and Go" do Grupo EDP em associação com Audi, Porsche e VW, anunciado em 2019, conta com 18 eletrolineras ultrarrápidas que interconectam São Paulo com capitais como Curitiba, Brasília, Belo Horizonte e Rio de Janeiro, além do litoral de Santos.

Já o projecto "E-Lounge" da EDP em asociación com a Moura Baterias, criou um centro de recarga no bairro de Pinheiros com um sistema de armazenamento de energia "BESS", habilitando 6 pontos de recarga, dois deles rápidos.

Mais recentemente, a CEEE Equatorial anunciou a "Rota Elétrica Mercosul" com 10 estações de recarga rápida que cobrem uma extensão de 1000 km, que, juntamente com as estações de recarga da Copel e Celesc, distribuidoras dos estados vizinhos, interconectam o Uruguai com o Paraguai através do Brasil.



A popularização dos veículos elétricos incentiva a instalação de sistemas de carga inteligente que podem ser gerenciados para aproveitar períodos de menor demanda elétrica.

Os fabricantes de veículos elétricos também tiveram uma participação importante, embora muitas das estações de recarga não estejam conectadas à Internet e sejam de uso exclusivo das concessionárias.

Entre 2020 e 2021, a Audi, em parceria com a EDP, instalou 21 pontos de carga rápida e mais de 60 de carga lenta em suas concessionárias, com planos de expansão e transição para carregadores ultrarrápidos.

Em 2024, a BYD anunciou 600 pontos de recarga. BMW, Porsche, Audi, Volvo, Renault e JAC investiram em centenas de carregadores lentos e portáteis entregues a parceiros e clientes.

Empresas de logística, como DHL e Mercado Livre, iniciaram a eletrificação de suas frotas, que já somam mais de mil veículos elétricos, em projetos que contemplam a instalação de estações de recarga em suas bases e o uso de eletrolineras externas.

Diversas empresas surgiram para atender essa demanda por estações de recarga e gestão de recarga, tanto focadas em software, como VoltBras e Tupinambá, quanto na gestão operacional, cobrança e instalação de equipamentos, como WeCharge, EZ Volt, Zletric, GreenV, entre outras. Algumas delas receberam investimentos de empresas do setor energético.



Chile:

A operadora Enel recentemente implementou o modelo Charging as a Service, através do qual alimenta diferentes frotas de veículos elétricos, graças aos planos expansivos de pontos de recarga na região, com mais de 550 pontos de recarga pública e hubs, que permitem

carregamentos em maior escala. Entre as frotas atendidas destacam-se:

- **TuCar (operador Uber)**, carga de mais de 250 veículos elétricos no Chile mensalmente.

- **Mercado Livre e Chilexpress**, serviços de recarga para mais de 120 veículos de entrega de última milha no Chile.

Alguns dos centros de recarga lenta e rápida instalados durante o ano de 2023 são:

- **Hub de carga Parque Arauco:** 180 carregadores de carga alternada com 7,4 kW de potência e um carregador de 150 kW no principal centro comercial do país. Durante o dia, está disponível para o público em geral e, durante a noite, carrega uma frota de veículos elétricos de motoristas da Uber.

- **Hub de carga Las Condes (Comuna de Santiago):** Centro de carga rápida em parceria com a prefeitura para usar um terreno municipal.

- **Hubs de carga Buenaventura e San Francisco (Comuna de Santiago):** Dois hubs de carga que somam mais de 10 pontos de carga rápida em uma área logística da comuna de Santiago.

A aliança entre Enel X, Metbus, BYD e o Ministério dos Transportes permitiu contribuir com 86% dos ônibus elétricos da rede de transporte público da Região Metropolitana, através de um modelo de negócio flexível que oferece suporte integral desde a aquisição dos veículos elétricos até a construção de pontos de carga e manutenção. Com mais de 2.000 ônibus circulando diariamente pela capital, foi alcançada uma redução de mais de 218 toneladas de CO2 nos últimos 5 anos, marcando um marco importante na rota para o

desenvolvimento da mobilidade sustentável do país.



Colômbia

Por parte do Governo Nacional, foram assumidos compromissos e foram elaboradas políticas para promover a mobilidade elétrica. Através da Lei 1964 de 2019, promove-se o uso de veículos elétricos na Colômbia por meio de incentivos econômicos e não econômicos. Além disso, propõe-se que até 2035, 100% da frota do sistema de transporte público deve ser elétrica, com metas intermediárias a partir de 2025. Na Estratégia Nacional de Mobilidade Elétrica, são apresentadas ações que permitirão acelerar a transição para a mobilidade elétrica, com uma meta de 600.000 veículos elétricos até 2030. No documento CONPES 3934 de Crescimento Verde, é reafirmada a meta de 600.000 veículos elétricos até 2030, e no CONPES 3943 de Qualidade do Ar, estabelece-se que até 2030, 3% dos veículos devem ser de zero e baixas emissões, enquanto 100% do sistema de transporte público deve ser operado com veículos elétricos e a gás natural.

Da mesma forma que no Chile, o operador ENEL estendeu o modelo de carga como serviço possibilitando o desenvolvimento de serviços de mobilidade zero emissões:

- **Hub de carga Bogotá:** dois centros de carga que permitem atender a principal frota elétrica do país, pertencente à VEMO (operador da UBER), que possui 120 veículos elétricos. Estima-se que o consumo do contrato será superior a 1,5 GW.

- **Projeto Turnkey Solution para Vemo:** 10 carregadores de 30 kW para abastecer

90 veículos elétricos, com um consumo estimado de 82 MW/mês.

A implementação de ônibus elétricos no sistema de transporte público Transmilenio na cidade de Bogotá tem sido uma resposta inovadora para lidar com os desafios ambientais e melhorar a qualidade do ar na cidade. Atualmente, o Transmilenio conta com 1.485 ônibus elétricos (13% do total da frota) e 10 pátios de recarga, com aproximadamente 2 ônibus por carregador. A Enel é proprietária de 6 pátios e atende 878 ônibus elétricos, dos quais 401 são de sua propriedade. Esses veículos funcionam com motor elétrico e baterias recarregáveis, eliminando a emissão de poluentes locais e contribuindo para a redução do ruído em comparação com os ônibus tradicionais, que usam combustíveis fósseis.

Figura 2. Esquema do modelo de negócios implementado por Transmilenio



Fonte: Transmilenio

A implementação dos ônibus elétricos também tem melhorado a eficiência operacional do Transmilenio. Esses veículos geralmente têm custos operacionais mais baixos ao longo de sua vida útil em comparação com os ônibus convencionais que dependem de combustíveis fósseis.

Alguns dos benefícios dos ônibus elétricos identificados pelo Transmilenio são os seguintes:

- Com 1 kW, um ônibus elétrico percorre 1 km, enquanto um ônibus a diesel Euro V percorre 250 m.
- Com a incorporação de ônibus elétricos, foi gerada uma economia de 292.850.000 kWh por ano.
- Deixou-se de emitir 94.300 toneladas de CO2 por ano.



Costa Rica:

Costa Rica é um país que estabeleceu como meta a mobilidade 100% elétrica, visando diretamente às zero emissões e deixando de lado outras tecnologias de transição, o que lhe permitiu ampliar significativamente o número de veículos elétricos no país.

Desde 2018, Costa Rica conta com a Lei 9.518 de Incentivos e Promoção para o Transporte Elétrico, com uma série de benefícios fiscais e não fiscais que permitiram à população acessar essa tecnologia com preços melhores e uma oferta muito boa. Além disso, em 2019, o país lançou seu Plano Nacional de Descarbonização, com 10 eixos de ação, sendo os três primeiros relacionados ao transporte: Transporte Público, Transporte Particular e Institucional, e Transporte de Carga.

A regulamentação da Costa Rica também aborda a infraestrutura de carregamento, definindo um ponto de carregamento rápido (tipo L3) a cada 120 km em estradas municipais e a cada 80 km em estradas nacionais, o que permitiu que o país contasse com uma rede robusta de carregadores em todo o território nacional.

Também foram gerados projetos de substituição de frotas em unidades de entrega, por exemplo, os Correios da Costa Rica com seu programa “Entrega Zero Emissões”, utilizando bicicletas e motocicletas elétricas em plataformas de entrega e distribuição. Além disso, estão avançando projetos de frotas empresariais e de carga. Empresas como Bimbo, Automercado, DHL, Beirute, Bioland e Walmart já possuem veículos 100% elétricos para tarefas administrativas e de entrega de mercadorias, incluindo SUVs, pick-ups, caminhões e vans de carga. Recentemente, foram apresentados os primeiros caminhões elétricos de capacidade de carga de 50 toneladas que operam no Ingenio Cutris.



Ecuador:

La primeira experiência de táxis elétricos em Loja e de viaturas elétricas em Cuenca não foi bem-sucedida⁹, devido à falta de planejamento na dimensionamento da infraestrutura de carregamento em linha com as capacidades dos veículos elétricos. No entanto, essa situação gerou lições aprendidas que serão úteis para outros casos de uso.



Guatemala:

O Decreto 40-2022, “Lei de Incentivos Fiscais para a Mobilidade Elétrica na Guatemala”, tem como objetivo promover o uso de veículos elétricos, facilitando a importação através da redução direta do imposto de importação, o que tem aumentado o número de usuários tanto individuais quanto corporativos.

Recentemente, foi anunciada a incorporação de veículos elétricos à frota de uma empresa de courier, bem como à de uma reconhecida empresa de bebidas.

Estima-se que, em 2029, o país contará com mais de 7 mil veículos elétricos, com um consumo de 5.493 MWh.



Costa Rica é um país que estabeleceu como meta a mobilidade 100% elétrica, visando diretamente às zero emissões e deixando de lado outras tecnologias de transição, o que lhe permitiu ampliar significativamente o número de veículos elétricos no país.

9 - La Hora. “Proyecto de taxis eléctricos en Loja fue un fracaso”. 14 de julho de 2022.



Perú:

Algumas empresas do setor elétrico também estão desenvolvendo iniciativas para estimular a mobilidade elétrica no Peru. Na Região de Ica, a Electro Dunas, em parceria com as empresas de transporte BYD e Cruz del Sur, instalou o dispositivo de recarga elétrica mais potente e rápido do Peru. Por sua vez, a Enel promoveu o primeiro piloto de táxis elétricos do Peru (projeto piloto implementado em 2019 e com duração de 6 meses) e um piloto de ônibus de transporte público.

Transversalmente, existem atores regionais que promovem o desenvolvimento da mobilidade sustentável. É o caso da Associação Latino-Americana de Mobilidade Sustentável (ALAMOS), que desenvolve atividades para promover políticas públicas, criar parcerias estratégicas, disseminar boas práticas, fornecer consultoria técnica e treinamento, além de trocar conhecimentos e informações. Em particular, a Associação impulsionou a criação de redes de carregadores elétricos em toda a região e liderou a criação de rotas elétricas na América Latina (rotas no Caribe, América Central, Andes, América do Norte e Cone Sul) que conectam países e promovem a mobilidade elétrica em nível regional.

ALAVANCAS DA MOBILIDADE ELÉTRICA NA AMÉRICA LATINA



A. Investimentos da indústria automotiva

Na indústria automotiva, o desenvolvimento da eletromobilidade é uma oportunidade para relançar políticas de apoio industrial visando à fabricação regional de veículos, infraestrutura complementar e sistemas de controle, com uma visão integradora que leve em consideração as novas realidades de urbanização, desenvolvimentos tecnológicos e transição demográfica.

Brasil, México e Argentina são os países da região com maior capacidade de fabricação automotiva. A forte concorrência asiática em grande medida forçará a converter a capacidade atual para a produção de modelos elétricos. A oportunidade é única para crescer não apenas na montagem de veículos, mas também para aproveitar as

vantagens da região, como a disponibilidade de lítio (Argentina, Chile, Peru e Bolívia) e grafite (Brasil) a fim de estabelecer uma indústria de processamento e montagem de baterias essencial para o desenvolvimento da mobilidade elétrica.

B. Modelos de negócio, alianças estratégicas e colaborações

Durante a implementação de uma nova tecnologia, podem surgir diferentes modelos de negócio. Cada um deles determinará a rapidez da implantação, sem serem excludentes. O desenvolvimento de uma rede de recarga para veículos elétricos é crucial para promover a mobilidade elétrica e, sem veículos no mercado, não existirá a demanda que o torne possível.

Diversos enfoques têm surgido globalmente para abordar esse desafio, o que pode ser de interesse ao definir as diferentes ações na região:

- Desenvolvimento público por meio de investimento governamental:

O investimento na criação de uma infraestrutura de carregamento público para apoiar a adoção de veículos elétricos é estabelecido pelo governo por meio de concursos públicos ou remuneração às empresas de serviço público. As distribuidoras de eletricidade, como agentes neutros e monopólios naturais, podem desempenhar um papel fundamental na instalação de carregadores em ruas, estacionamentos públicos e áreas urbanas.

- Parceria Público-Privada: Trata-se de colaborações entre o setor público e empresas privadas para desenvolver e operar estações de carga. Isso pode incluir incentivos fiscais ou acordos de parceria para facilitar o investimento privado, como no caso da obrigação de instalação de carregadores em postos de serviço existentes ou estacionamentos, desenvolvimento de corredores de carga ao longo de rotas estratégicas e rodovias para facilitar viagens de longa distância e abordar o tema do alcance.

- Modelos comerciais privados: São estações de carregamento de pagamento por uso, onde os usuários pagam pela eletricidade que consomem, semelhante à forma como se paga pela gasolina em um posto de combustível. Elas terão a dificuldade de encontrar rentabilidade a curto prazo, exigindo, portanto, incentivos para seu desenvolvimento.

- Modelos de assinatura e tarifas fixas:

Modelo de remuneração através da cobrança de assinatura ou tarifas mensais que permitam aos usuários carregarem seus veículos por uma taxa fixa mensal e possibilitem expandir a rede de estações de carga paralelamente à compra de veículos.

- Incentivos para empresas e comércios:

A instalação de estações de carregamento em shoppings, hotéis e outros locais de destino pode se tornar uma estratégia comercial para atrair clientes que possuem veículos elétricos.

- Desenvolvimento de carga residencial:

Significa acelerar a instalação de estações de carregamento residenciais por meio de incentivos financeiros e programas governamentais, com o objetivo de gerar demanda e reduzir os preços inicialmente altos de compra. Para isso, é importante facilitar o trabalho administrativo e de conexão dos pontos de recarga. Por exemplo, na Espanha, foi necessário alterar a lei de propriedade horizontal para que as comunidades de proprietários não pudessem bloquear a instalação de pontos de recarga privados onde parte da infraestrutura passasse por áreas comuns. Além disso, permite-se a conexão do ponto de recarga ao mesmo ponto de medição da residência, em vez de exigir que seja feita separadamente, o que reduz os custos de instalação.

- Estratégias para áreas urbanas: Pode-se mencionar a priorização da instalação de carregadores em áreas urbanas para atender às necessidades dos proprietários de veículos elétricos que vivem em apartamentos e não têm acesso a estacionamentos privados.

- Programas de recarga inteligente:

Implementação de sistemas inteligentes de gestão de carga que otimizem a disponibilidade da rede elétrica e aproveitem as tarifas dinâmicas. Dessa forma, equilibra-se a demanda e reduzem-se os custos operacionais para os usuários e provedores de serviços de carga.

- Iniciativas de veículos elétricos compartilhados: Colaboração entre empresas de veículos compartilhados e fornecedores de mobilidade elétrica para integrar frotas de veículos elétricos. Dessa maneira, é fornecido acesso a veículos elétricos compartilhados, aumentando a visibilidade e a aceitação dessa tecnologia.

- Integração com energias renováveis: Colaboração entre empresas de mobilidade elétrica e produtores de energia renovável para abastecer carregadores com energia limpa. Desta forma, contribui-se para uma mobilidade mais sustentável ao utilizar fontes de energia renovável e reduzir a pegada de carbono.

- Plataformas digitais de serviços de carga: Desenvolvimento de plataformas digitais que permitem aos usuários encontrar e acessar facilmente estações de carga, realizar pagamentos e monitorar o consumo. Dessa forma, melhora-se a experiência do usuário e promove-se a eficiência na utilização da infraestrutura de carga.

- Acordos com fabricantes de baterias: Alianças entre empresas de mobilidade elétrica e fabricantes de baterias para impulsionar a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de armazenamento. Dessa forma, fomenta-se a inovação em baterias,

melhorando a autonomia e a eficiência dos veículos elétricos.

- Projetos piloto em colaboração com universidades: Parcerias entre empresas, governos e universidades para implementar projetos piloto que avaliem a viabilidade e o impacto da mobilidade elétrica. Dessa forma, se facilita a pesquisa, o desenvolvimento e o aprendizado conjunto para adaptar soluções às necessidades locais.

- Programas de educação e conscientização: Parcerias entre entidades governamentais, ONGs e empresas para educar e comunicar ao público sobre os benefícios e o uso adequado da mobilidade elétrica. Dessa forma, se promove a aceitação pública e se cria uma base de usuários informados e comprometidos¹⁰.

- O DSO como habilitador da tecnologia: Adaptação da rede elétrica como plataforma para conectar, disponibilizar, trocar e habilitar um novo conjunto de usos, modelos de intercâmbio e atores associados à mobilidade elétrica.

C. Inovações tecnológicas em veículos elétricos

A tecnologia de veículos elétricos continuará avançando com as mudanças nos sistemas de recarga, as quais provocarão a devolução de energia à rede, melhorias na autonomia da bateria e a necessidade de supercarregadores com mais de 300 kW, permitindo tempos de recarga mais rápidos e o aprimoramento das características de segurança.

A inovação na química e na fabricação de baterias

10- Na Argentina, a AAVEA criou a Comissão de Estudos de Emergências, que analisa a problemática relativa a incêndios e acidentes envolvendo veículos elétricos, capacitando os corpos de bombeiros nesta nova temática.

também desempenhará um papel fundamental no desenvolvimento da mobilidade elétrica, melhorando a densidade energética, reduzindo a ansiedade de carga e modificando a topologia das redes de carregamento.

Cabe destacar que a hibridização de carregadores com sistemas de armazenamento e outras fontes de energia, como o hidrogênio, será fundamental para definir as estações de recarga do futuro de forma eficiente e limpa.

A transformação da mobilidade também envolve o desenvolvimento de novas tecnologias habilitadoras, que serão fundamentais para aproveitar a nova revolução industrial, entre as quais se destacam três famílias de tecnologias:

- **Tecnologias de comunicação 5G e V2X (Vehicle-to-Everything)**, que envolvem a interconexão de veículos com vários elementos do seu ambiente, desde a comunicação entre veículos (V2V) até a comunicação com a infraestrutura viária (V2I), pedestres (V2P) e outros dispositivos (V2D). Esse enfoque holístico permite que os veículos troquem informações críticas com seu ambiente, como alertas de colisão iminente, sinais de trânsito, condições da estrada, entre outros. A comunicação V2X é essencial para o desenvolvimento de sistemas de condução autônoma e para melhorar a segurança viária em geral.

- **Tecnologias relacionadas à Inteligência Artificial**, alavancadas pelos Sistemas Avançados de Assistência ao Condutor (ADAS), as quais permitem a integração de sistemas autônomos, visão computacional e assistentes inteligentes em veículos elétricos, melhorando a segurança, o conforto e a experiência de condução, garantindo que a mobilidade atenda às necessidades individuais.

- **Desenvolvimento de métodos ou tecnologias avançadas** para reciclar e reutilizar componentes de baterias, que contribui para mitigar os impactos ambientais, promovendo a circularidade e a sustentabilidade no ciclo de vida das baterias.

D. Alavancas da mobilidade sustentável

O caminho rumo à mobilidade sustentável pode variar de acordo com a região, a idiossincrasia do país, os planos estratégicos e sua capacidade financeira e industrial. Embora não existam modelos de desenvolvimento puros, é possível identificar alguns impulsionadores-chave que têm potencializado o desenvolvimento em outras regiões e projetar planos específicos na região:

- **Impulso político:** No caso da China, a mobilidade elétrica foi impulsionada em grande medida por políticas governamentais robustas. Subsídios para a compra de veículos elétricos foram implementados, bem como regulamentações rigorosas sobre emissões para promover a adoção de tecnologias limpas.

- **Normativa e colaboração:** No caso europeu, normas rigorosas sobre emissões de veículos foram estabelecidas e objetivos ambiciosos foram fixados para reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Além disso, muitos países europeus estão promovendo a mobilidade elétrica por meio de incentivos fiscais, isenções de pedágio e restrições de acesso em áreas urbanas. Vale ressaltar ainda, parcerias público-privadas entre fabricantes de automóveis, governos e empresas de serviços públicos, que estão sendo realizadas para impulsionar a infraestrutura de carregamento.

- **Incentivos e desenvolvimento de infraestrutura:** Nos Estados Unidos, diferentes

estados oferecem incentivos para a adoção de veículos elétricos. Além disso, o governo federal estabeleceu créditos fiscais para a compra de veículos elétricos. O investimento em infraestrutura de carregamento rápido também tem sido uma prioridade, com a expansão de redes de carregamento ao longo de rodovias e em áreas urbanas.

- Incentivos financeiros: A Noruega é líder mundial na adoção de veículos elétricos. Os incentivos financeiros, como isenções fiscais, pedágios e estacionamento gratuitos para veículos elétricos, desempenharam um papel crucial no desenvolvimento da mobilidade elétrica.

- Inovação e colaboração industrial: O Japão adotou uma abordagem centrada na inovação e na colaboração industrial para estimular a mobilidade elétrica. A cooperação entre fabricantes de automóveis, empresas de tecnologia e o governo conduziu ao desenvolvimento de tecnologias avançadas e à promoção da infraestrutura de carregamento.

- Enfoque gradual: Outros países, como a Índia, estão adotando uma abordagem mais gradual em relação à mobilidade elétrica, com ênfase na eletrificação de veículos de duas e três rodas, bem como no desenvolvimento de infraestrutura de carregamento em áreas urbanas.

Independentemente do enfoque predominante adotado, as políticas devem abranger os diversos aspectos de forma integral, como recomenda a plataforma de eletromobilidade do BID, que apoia os países na definição de políticas e estratégias nacionais de eletromobilidade, estudos de viabilidade, projetos-piloto e investimentos em frotas institucionais e de empresas de transporte¹¹.

11 - BID (2019). "Eletromobilidade: transporte mais limpo, seguro e eficiente."

IMPORTÂNCIA DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO NA MOBILIDADE ELÉTRICA



Outro aspecto de grande relevância para acompanhar a crescente eletrificação dos consumos associados à mobilidade elétrica é a necessidade de contar com uma rede de distribuição elétrica moderna, digital, automatizada, segura, resiliente, flexível, sustentável e com capacidade de alojamento suficiente, o que exigirá novos investimentos apoiados pelos marcos regulatórios da região.

Nesse sentido, o Policy Paper da ADELAT “Desafios e Aperfeiçoamentos Regulatórios da Distribuição de Energia Elétrica para a Transição Energética Latino-Americana” destaca que “a regulamentação deve buscar a maximização dos benefícios sociais e o uso mais eficiente da plataforma digital dos DSOs, habilitando o desenvolvimento dos princípios de Descarbonização, Eletrificação, Digitalização,

Descentralização e Democratização do mercado e do acesso aos novos serviços energéticos”, portanto “é imprescindível que a regulamentação gere os incentivos adequados para que os investimentos sejam realizados de forma eficiente e oportuna”, proporcionando confiança nos retornos e permitindo um planejamento eficiente, que fomente a inovação e melhorias tecnológicas.

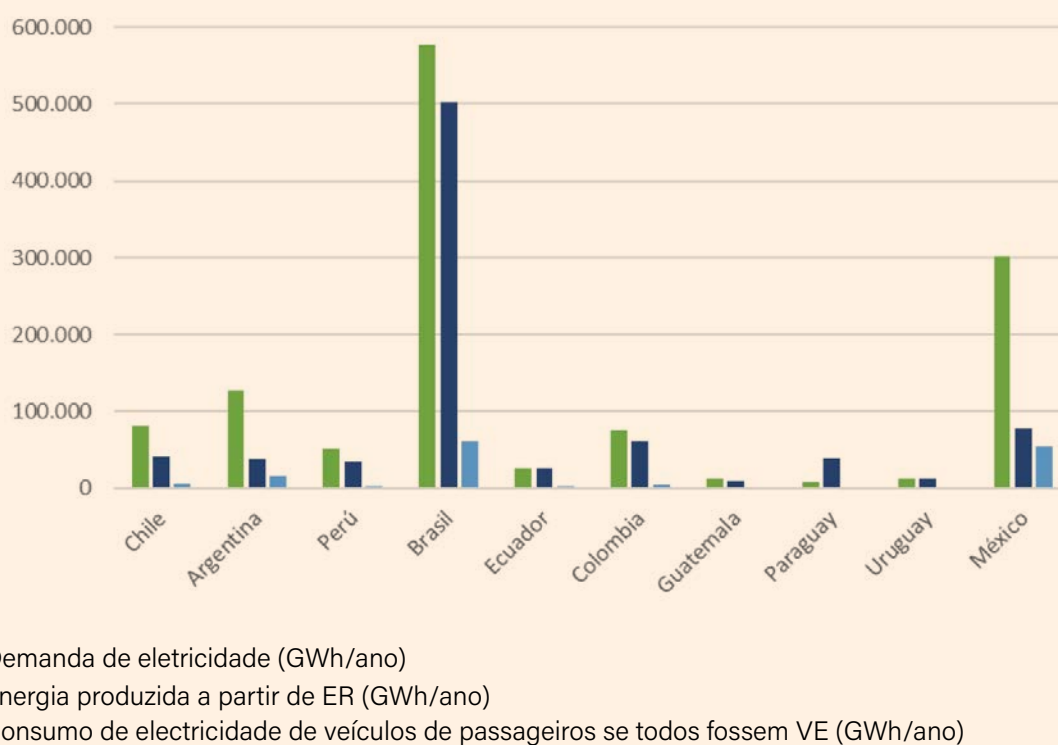
A. Interação com o sistema elétrico

O impacto da eletrificação total da mobilidade sobre a demanda do sistema é estimado entre 6% e 25% da demanda total de eletricidade dos sistemas nacionais. Portanto, é necessária uma evolução gradual dos mesmos para se adequar à nova demanda advinda da mobilidade. Segundo um estudo desenvolvido pela Eurelectric para o

caso argentino, com um consumo médio de 15 kWh/100 quilômetros sobre uma base de dez mil quilômetros por ano, a demanda de eletricidade de 1 milhão de veículos elétricos seria de 1,6 TWh/ano, o que poderia representar 1,3% da demanda interna de eletricidade da Argentina.

Para uma frota de veículos de passageiros de 10,6 milhões, isso representaria algo mais do que 13% da demanda total de eletricidade anual.

Gráfico 7. Demanda elétrica e consumo estimado se todos os veículos fossem elétricos.



Fonte: elaboração própria com dados de <https://datosmacro.expansion.com/>

Os veículos elétricos, devido às suas características, podem ser comparados - do ponto de vista do consumo de energia - a residências de alta eletrificação. Portanto, embora não apresentem problemas de potência a curto ou médio prazo para os sistemas elétricos regionais de baixa tensão, alguns estudos identificaram a necessidade de adaptação e expansão da rede em níveis de média tensão. Pela experiência observada em países onde a mobilidade elétrica tem maior penetração, a carga noturna será a mais utilizada, sendo necessário atentar ao impacto que isso pode gerar no horário de pico do sistema, derivado da potência e da duração da carga.

Levando-se em consideração a potência necessária em função dos padrões de carga dos VE, serão necessários investimentos nas redes de distribuição com o objetivo de otimizar a infraestrutura elétrica em função do grau de penetração dos veículos elétricos, de forma que se habilite uma interação entre os DSOs e os veículos elétricos como participantes ativos no sistema elétrico, ajudando na estabilidade do fornecimento, dentro dos seguintes parâmetros¹²:

- **Congestão de nós:** em função das demandas instantâneas.
- **Fator de simultaneidade:** a duração da

carga noturna com baixa potência implica um aumento do fator de simultaneidade, podendo ser necessário o reforço pontual de centros de transformação e alimentadores. Esse reforço será maior se não forem utilizados sistemas de carga inteligente que sejam capazes de racionalizar a demanda nos pontos de fornecimento.

- Ativos de geração conectados ao nível de baixa tensão: esses ativos fornecem potência próxima aos pontos de consumo, diminuindo assim a necessidade de transformação durante a carga. No entanto, em horários de baixa demanda de carga, eles podem produzir efeitos de fluxos inversos nos centros de transformação.

- Veículo Elétrico como elemento de flexibilidade: uma maior integração dos ativos de geração em baixa tensão com os carregadores e os centros de controle dos operadores do sistema de distribuição (DSO) pode flexibilizar os investimentos necessários, aumentando a penetração de renováveis e diminuindo os custos do sistema.

- Limites do código de rede e outros regulamentos: os códigos de rede nacionais definem restrições físicas em termos de variações de tensão e frequência que os operadores do sistema devem respeitar, e investimentos em reforço da rede se superarem esses limites específicos do país devido à carga de veículos elétricos.

da qualidade da rede de distribuição é vital. Se considerarmos os índices de qualidade mais utilizados na indústria, como SAIDI e SAIFI, que medem o tempo de interrupção e o número de interrupções, a média de indisponibilidade na região é de 17 horas por ano, com uma média de 13 eventos de interrupção. Além disso, como é abordado no Policy Paper da ADELAT (2023) “Desafios e Aperfeiçoamentos Regulatórios da Distribuição de Energia Elétrica para a Transição Energética Latino-americana”, “Embora seja evidente que houve melhorias na qualidade na região, o SAIDI ainda está entre 5 e 8 horas para as principais cidades, podendo chegar a tempos de corte 10 vezes maiores em áreas rurais, evidenciando uma lacuna significativa de melhoria”¹³

Por outro lado, a relação entre a melhoria da qualidade da infraestrutura e o desenvolvimento dos serviços oferecidos é fundamental, pois no caso da mobilidade elétrica, sua dependência

12 - IRENA (2019). Perspectivas de inovação: Carga inteligente para veículos elétricos.

13 - BID (2020). De estruturas a serviços: o caminho para uma melhor infraestrutura na América Latina e Caribe.

Gráfico 8. Duração média anual das interrupções de energia elétrica na América Latina (SAIDI)

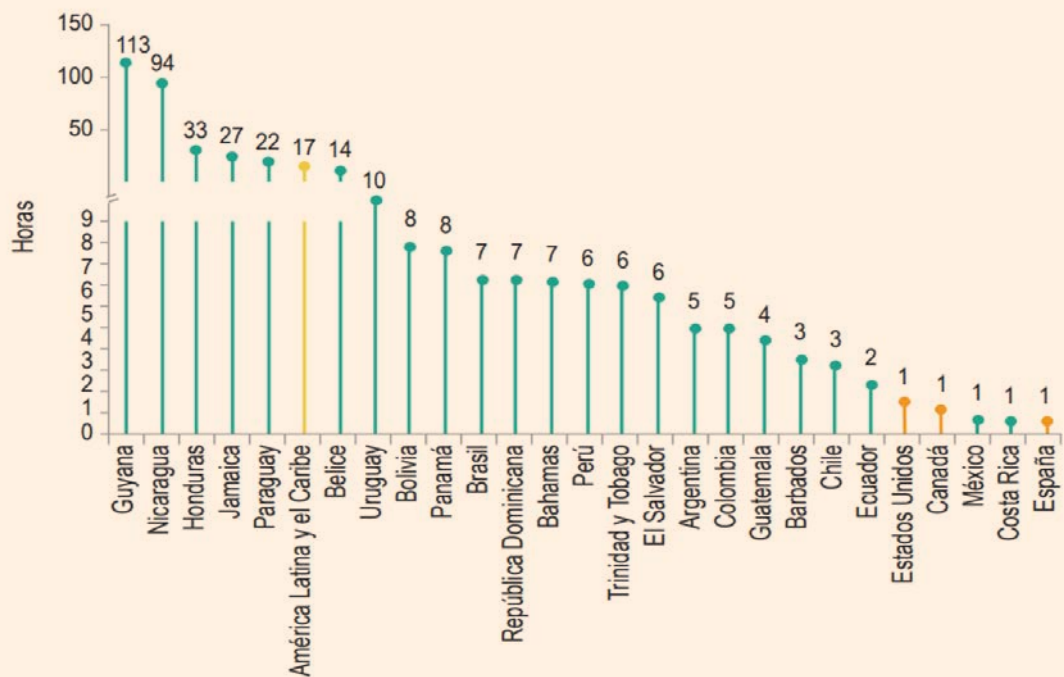
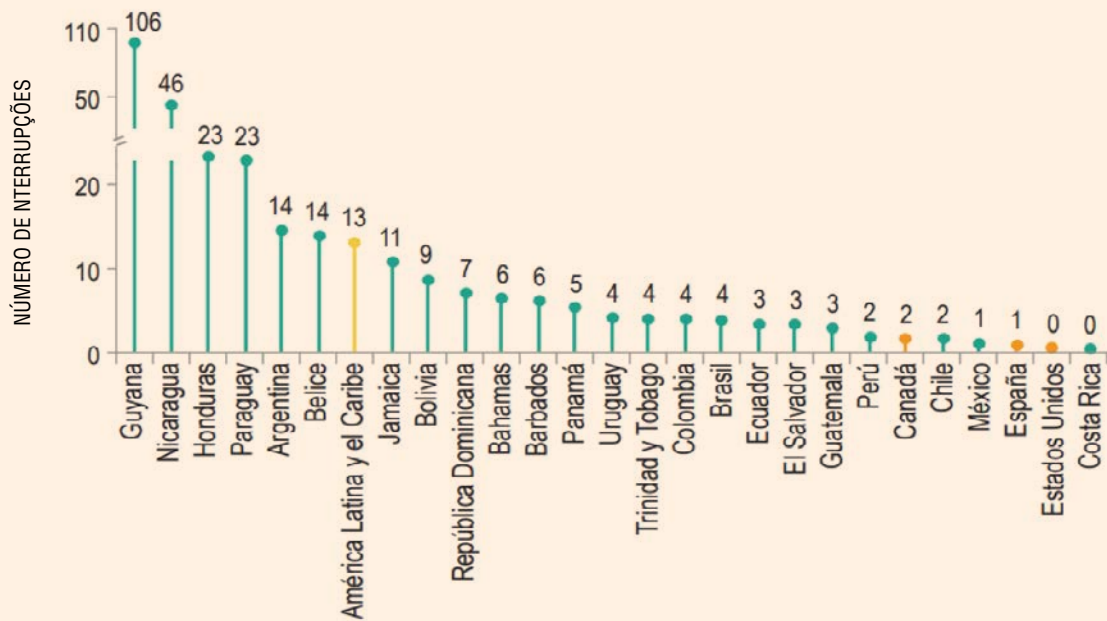


Gráfico 9. Frequência média anual das interrupções de energia elétrica (SAIFI).



Fuente: BID (2020). De estructuras a servicios: el camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe.

B. Papel da regulação da distribuição de energia elétrica

A transição para uma maior penetração de veículos elétricos exige um planejamento cuidadoso e antecipado no setor elétrico. Os investimentos em infraestrutura são custosos e requerem um tempo considerável para sua implementação. Isso levanta a necessidade de os DSOs da América Latina obterem os incentivos adequados para realizar os investimentos necessários para melhorar a qualidade da distribuição no médio prazo, garantindo assim que os novos usos associados à eletrificação da mobilidade tenham o respaldo adequado do sistema que garanta capacidade e continuidade.

La regulação da distribuição de energia elétrica desempenha um papel crucial nesse contexto, facilitando o planejamento antecipado e adequado dos investimentos pelos DSOs. Sem uma regulação que promova esse planejamento, os operadores podem enfrentar dificuldades para atender à crescente demanda de energia, o que poderia resultar em sobrecargas na rede e um desenvolvimento desigual das estações de recarga. Nesse sentido, o desenvolvimento da regulação deve considerar os seguintes aspectos:

- **Previsão da Demanda:** A regulação deve incentivar os DSOs a utilizar ferramentas avançadas de modelagem e simulação para prever o crescimento da demanda e realizar o adequado planejamento da expansão da rede. Essa previsão deve incluir não apenas o número esperado de veículos elétricos, mas também padrões de uso e localização das estações de recarga.

- **Incentivos para o investimento precoce:** A regulação pode estabelecer incentivos financeiros e de outros tipos para promover investimentos precoces em infraestrutura

de recarga. Esses incentivos podem ser concedidos por meio de esquemas de remuneração tarifária, subsídios ou mecanismos de financiamento específicos.

- **Estrutura tarifária:** Uma regulamentação que estabeleça tarifas adequadas pode promover uma utilização eficiente da rede elétrica, incentivar a carga em momentos de menor demanda e garantir a viabilidade econômica dos investimentos em infraestrutura. A discriminação horária pode incentivar os usuários a recarregarem os veículos elétricos durante as horas de menor demanda (normalmente à noite), o que ajuda a distribuir a carga de maneira mais uniforme ao longo do dia e reduz a necessidade de ampliar as redes de distribuição para enfrentar os picos de demanda.

As estruturas tarifárias variáveis evitariam a penalização dos desenvolvedores de infraestrutura pública enquanto o grau de eletrificação do transporte for baixo.

- **Colaboração e Coordenação:** A regulação também deve fomentar a colaboração entre os diferentes atores envolvidos, incluindo governos, operadores do sistema de distribuição (DSOs), comercializadores de veículos elétricos e outras partes interessadas. A coordenação é essencial para garantir que os investimentos sejam eficientes e estejam alinhados com as necessidades e objetivos a longo prazo.

C. Papel das empresas de distribuição de energia elétrica

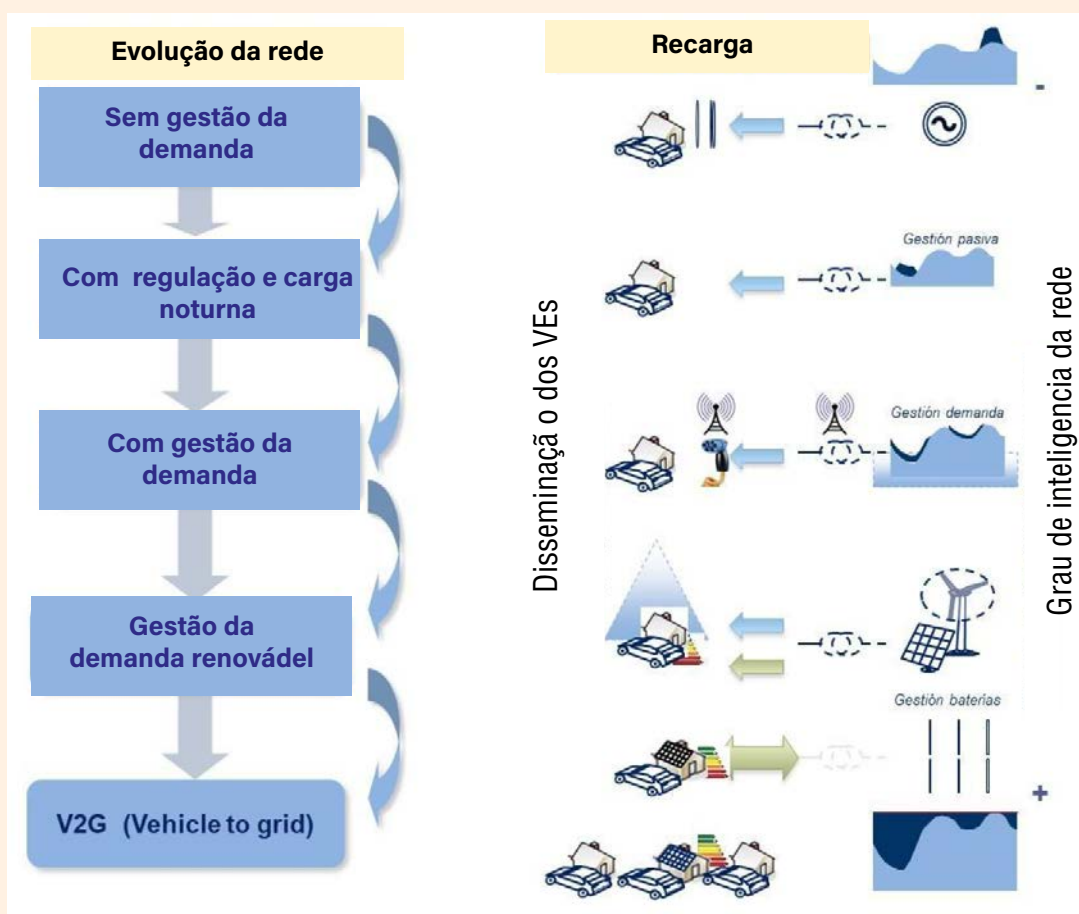
A rede de distribuição de energia elétrica tem um papel habilitador do serviço de recarga, indispensável para o desenvolvimento da mobilidade elétrica. Por isso, a gestão do

DSO será crucial para executar e racionalizar os investimentos que atendam às seguintes necessidades identificadas:

- Infraestrutura de carga: As distribuidoras de eletricidade poderiam ser responsáveis por planejar, construir e manter a infraestrutura de carga para

veículos elétricos em suas áreas de serviço. Isso inclui a instalação de estações de carga em locais estratégicos, como estacionamentos públicos, centros comerciais, áreas urbanas e rodovias. Para tanto, são necessários sinais regulatórios adequados que habilitem o desenvolvimento dessas atividades por parte dos DSOs.

Figura 3. Evolução da rede vs. Implementação de veículos elétricos



- Fornecimento de energia: as distribuidoras de eletricidade devem garantir um fornecimento confiável e de alta qualidade de energia para o carregamento de veículos elétricos. Isso envolve a gestão da capacidade elétrica disponível e o planejamento para atender à crescente demanda de carregamento de veículos elétricos.

- Integração de energias renováveis: muitas distribuidoras estão trabalhando na

integração de fontes de energia renovável, como solar e eólica, em suas redes elétricas. Isso é importante para garantir que o carregamento de veículos elétricos seja o mais sustentável possível e para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

- Tarifas especiais para o carregamento de veículos elétricos: as distribuidoras, de acordo com o estabelecido pelas autoridades, podem oferecer informações básicas para

criar tarifas elétricas especiais (binômio com discriminação horária) para o carregamento de veículos elétricos, o que pode tornar mais acessível para os proprietários desses veículos carregar durante determinados períodos do dia. O desenvolvimento de tarifas dinâmicas também tem benefícios relacionados à incorporação de recursos energéticos distribuídos.

- Desenvolvimento de redes inteligentes (Smart Grids): As redes elétricas inteligentes permitem uma gestão mais eficiente da energia e do carregamento. As distribuidoras precisarão investir em tecnologias digitais que facilitem a observação da rede, a fim de racionalizar os investimentos e facilitar o carregamento de veículos elétricos durante períodos de menor demanda, além de equilibrar a carga na rede, o que requer uma implantação adequada de sistemas de medição inteligente.

- Educação e conscientização pública: As distribuidoras podem desempenhar um papel importante na educação e conscientização pública sobre a mobilidade elétrica. Podem, por exemplo, informar os clientes sobre os benefícios dos veículos elétricos e fornecer informações sobre a infraestrutura de recarga disponível.

- Colaboração com o Governo e a Indústria: As distribuidoras de eletricidade podem colaborar estreitamente com governos locais e nacionais, bem como com a indústria automotiva e outras partes interessadas, para desenvolver normas técnicas, políticas e regulamentações que transformem a rede para a mobilidade elétrica, assim como estabelecer parcerias que impulsionem a expansão da infraestrutura de recarga e incentivem a adoção de veículos elétricos.

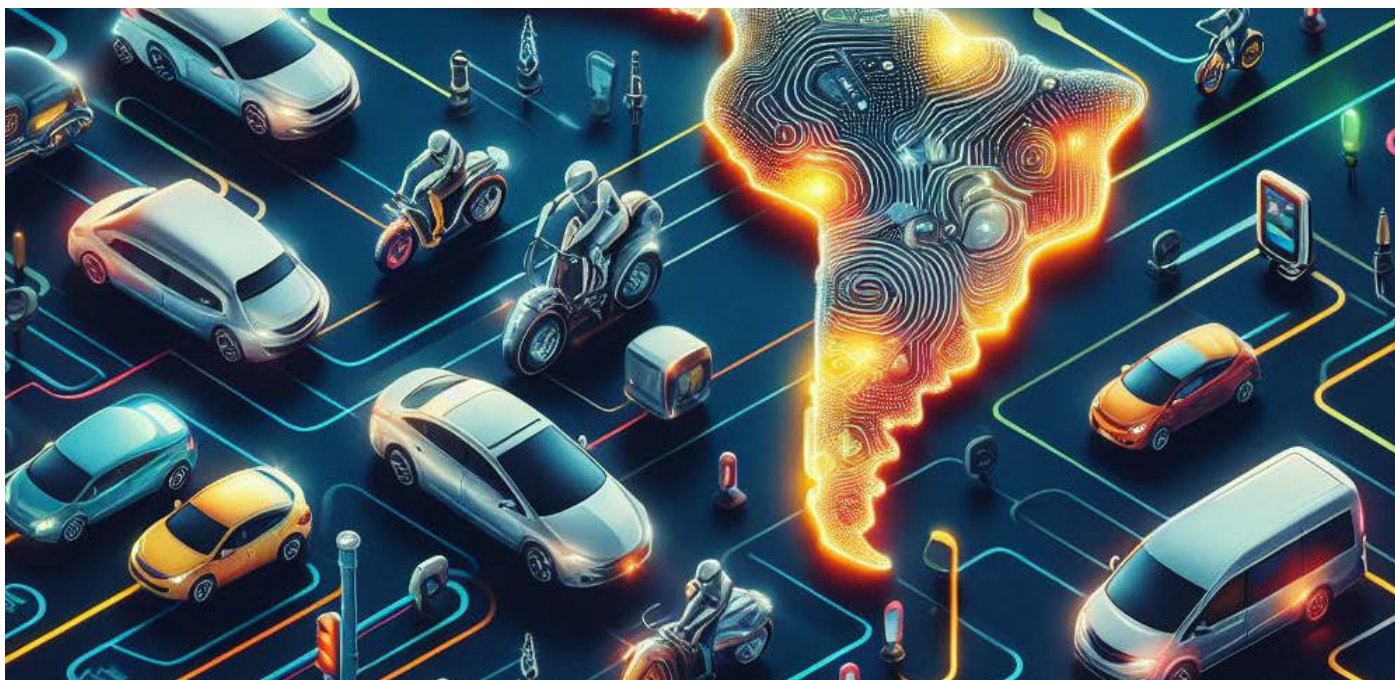
- Dados e análise de carga: As distribuidoras podem recopilar dados sobre o carregamento de veículos elétricos, como padrões de uso e localização de estações de carregamento, pode ser feito pelas distribuidoras de energia. Esses dados são valiosos para o planejamento da infraestrutura e para a gestão da demanda.

- Apoio técnico e serviços a clientes: As distribuidoras podem oferecer suporte técnico e serviços aos clientes que desejam instalar carregadores em suas residências ou empresas. Isso pode incluir a avaliação da capacidade elétrica existente e a instalação dos equipamentos de carregamento.

- Flexibilidade da rede: como o veículo elétrico é parte do sistema, a distribuidora pode contribuir com serviços auxiliares para a estabilidade e qualidade do serviço elétrico, como compensação de voltagem, gestão de congestionamentos, entre outros. Isso inclui o planejamento de centros de carga de veículos de grande capacidade, como pode ser o transporte público, para equilibrar o uso das redes elétricas.

- Armazenamento de energia: embora a bateria de um veículo não tenha capacidade de armazenamento suficiente para ser relevante em um sistema elétrico, milhões de unidades poderão desempenhar este papel, representando uma ferramenta chave para a transição energética. Ao estarem conectadas em baixa tensão, será de responsabilidade do DSO integrá-las ao sistema de forma similar ao autoconsumo e integrar seus serviços.

PERSPECTIVAS FUTURAS DA MOBILIDADE ELÉTRICA NA AMÉRICA LATINA



O futuro da mobilidade elétrica na América Latina é promissor, com perspectivas de crescimento contínuo e desenvolvimentos tecnológicos acelerados.

A. Prognósticos de crescimento

Os prognósticos apontam para um contínuo crescimento na adoção de veículos elétricos na região nos próximos anos. À medida que os preços das baterias continuam a diminuir e a infraestrutura de carregamento se expande, mais pessoas se sentirão atraídas por essa tecnologia. De acordo com a Deloitte, as vendas globais de veículos elétricos podem atingir 31,1 milhões de unidades até 2030, representando 32% das vendas totais de veículos. Para a América Latina, um estudo da Frost & Sullivan sugere que até 2025, aproximadamente 114.700 veículos híbridos serão comercializados em toda

a região (crescimento anual de 26%), enquanto as vendas de híbridos plug-in podem chegar a 20.300 unidades (crescimento anual de 36%) e os veículos elétricos a bateria podem atingir 23.300 unidades (crescimento anual de 50%).

B. Tendências emergentes em tecnologia de veículos elétricos

A tecnologia dos veículos elétricos continuará avançando com mudanças nos sistemas de recarga, que permitirão a devolução de energia à rede, melhorias na autonomia das baterias e a necessidade de supercarregadores com mais de 300 kW, possibilitando a maior rapidez dos tempos de recarga e o aprimoramento das características de segurança.

A inovação na química e na fabricação de baterias também desempenhará um papel fundamental

no desenvolvimento da mobilidade eléctrica, melhorando a densidade energética, reduzindo a emergência de carregamento e modificando a topologia das redes de carregamento. As baterias de estado sólido se constituem em uma tecnologia emergente que impulsionará o desenvolvimento da mobilidade eléctrica, pelo fato de conseguirem armazenar mais energia em um menor volume e peso, o que se traduzirá em uma maior autonomia dos veículos eléctricos, devido ao menor risco de incêndios e explosões, à sua vida útil mais longa e porque podem ser recarregados em níveis de potência mais elevados, o que reduzirá os tempos de recarga.

C. Papel da mobilidade compartilhada

A mobilidade compartilhada, como o carsharing e o transporte eléctrico, desempenhará um papel importante na promoção da mobilidade eléctrica. Estes serviços permitem que mais pessoas experimentem os benefícios dos veículos eléctricos sem a necessidade de adquiri-los, com vários modelos dependendo de onde os veículos estão localizados (station based ou free floating), sendo fundamental a regulação do estacionamento nas cidades.

Este é um modelo crescente em muitas grandes cidades europeias. Por exemplo, em 2023 Madrid tinha 3.150 veículos partilhados com mais de um milhão de utilizadores registados , e se espera um crescimento de 30% a nível global até 2032.

D. Possíveis mudanças na política governamental

Espera-se que os governos da região continuem a implementar políticas de apoio à mobilidade eléctrica, incluindo incentivos fiscais e regulamentações favoráveis. Mudanças na política energética também poderiam incentivar ainda mais a adoção de veículos eléctricos.

CONCLUSÕES

A. Recapitulação dos pontos chave

A mobilidade elétrica já é uma realidade. Existe uma oferta variada de empresas automóveis e fabricantes de carregadores e a rede pública de carregamento apresenta notório crescimento.

Está demonstrado que a mobilidade elétrica é eficaz e viável tanto na mobilidade leve como nos transportes públicos urbanos, desde que desenvolvida de forma abrangente, sendo de grande relevância a cooperação público-privada.

O impacto da electrificação total da mobilidade na demanda do sistema na região situa-se entre 6% e 18% da procura total de eletricidade dos sistemas nacionais, sendo a sua evolução gradual viável para adaptação à nova procura.

Serão necessários investimentos para otimizar as redes de distribuição baseadas na penetração dos veículos elétricos, de modo a permitir uma interação entre os DSOs e os veículos elétricos como participantes ativos no sistema que auxiliam na estabilidade do fornecimento.

Adicionalmente, se requerem padrões técnicos e quadros regulamentares estáveis que reconheçam os investimentos em ativos relacionados ao carregamento elétrico e que promovam a previsão da demanda, o investimento precoce, as estruturas tarifárias flexíveis e a cooperação entre os atores envolvidos.

B. Importância da mobilidade elétrica para o futuro da região

A mobilidade elétrica na América Latina surge como uma oportunidade estratégica apoiada por projeções positivas e pela crescente adoção

de veículos elétricos. Apesar dos progressos, desafios como o elevado custo inicial e a falta de sensibilização do público exigem estratégias abrangentes para a redução de custos, a educação e a melhoria das infraestruturas de carregamento e armazenamento.

Os benefícios e vantagens da mobilidade elétrica na região vão além do impacto ambiental, abrangendo aspectos econômicos e sociais. A geração de emprego local, a estabilização dos preços da energia, a inovação tecnológica e a melhoria da eficiência energética são aspectos positivos. A mobilidade elétrica também contribui para a diversificação da matriz energética, aproveitando os abundantes recursos naturais da região.

A rede elétrica posiciona-se como um habilitador, exigindo investimentos e adaptações para gerir a crescente procura. As empresas de distribuição elétrica desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de infraestruturas e na adaptação da rede para carregamento de veículos elétricos. O carregamento inteligente apresenta-se como uma ferramenta para melhorar a flexibilidade da rede e otimizar o consumo de energia.

A rede deve evoluir tanto na digitalização (sensorial que melhora a sua observação) como na capacidade de alojamento, de forma a suportar o aumento de potência nos níveis de baixa e média tensão.

No futuro, prevê-se um crescimento contínuo da mobilidade elétrica na região, apoiado por previsões positivas. As tendências emergentes na tecnologia dos veículos elétricos, o papel da mobilidade compartilhada e as potenciais mudanças nas políticas governamentais serão fatores impulsionadores. Espera-se que a redução dos custos das baterias contribua ainda mais para a adoção em massa de veículos elétricos na América Latina.

C. Chamada à ação e recomendações finais

Esta chamada à ação e as recomendações finais procuram orientar os esforços para uma mobilidade elétrica bem-sucedida, sustentável e acessível para todos na América Latina.

- **Investimento e cooperação:** É urgente o investimento sustentado e a cooperação entre governos, empresas e sociedade civil para fortalecer a infraestrutura de carregamento elétrico. A colaboração público-privada é essencial para acelerar a implantação de estações de carregamento e alcançar uma transição eficiente para a mobilidade elétrica.

- **Educação e sensibilização pública:** É necessário implementar campanhas educativas para aumentar a consciência pública sobre os benefícios económicos, sociais e ambientais da mobilidade elétrica. A compreensão geral da tecnologia e dos seus benefícios contribuirá significativamente para superar a barreira da falta de conhecimento.

- **Incentivos e políticas claras:** Em conjunto com as entidades reguladoras, resulta imprescindível propor incentivos fiscais e políticas claras que incentivem a adoção de veículos elétricos. A redução das barreiras económicas através de isenções fiscais e subsídios impulsionará a procura, enquanto regulamentações eficazes apoiarão o crescimento ordenado do setor e da infraestrutura, através de estruturas tarifárias adequadas que promovam a utilização eficiente da rede e garantam a viabilidade económica dos investimentos em infraestruturas.

- **Desenvolvimento da indústria local:** É fundamental incentivar a produção local de componentes essenciais, como baterias, para reduzir custos e gerar empregos. Cabe ressaltar que o estabelecimento de parcerias estratégicas entre empresas automotivas,

fornecedores de tecnologia e governos promoverá a inovação e o crescimento na indústria elétrica.

- **Planejamento energético:** É importante também integrar o planejamento da mobilidade elétrica com estratégias energéticas, além de avaliar e antecipar o impacto do carregamento em massa de veículos elétricos na rede elétrica, priorizando investimentos e atualizações para garantir uma transição suave, flexível e sustentável.

- **Investigação e desenvolvimento:** Deve-se fomentar a investigação e o desenvolvimento em tecnologias inovadoras de armazenamento de energia, em melhorias na eficiência das baterias e em soluções inovadoras para enfrentar os desafios atuais. O investimento contínuo na inovação tecnológica será fundamental para manter a competitividade e a sustentabilidade a longo prazo.

- **Compromisso com a sustentabilidade:** Por fim, é necessário promover o compromisso das empresas com práticas sustentáveis. Incentivar a adoção de frotas de veículos elétricos nas principais empresas e setores contribuirá para a redução das emissões e dará um exemplo positivo para a sociedade.

À medida que a procura por veículos eléctricos cresce, os governos devem equilibrar a atração de consumidores com incentivos, ao mesmo tempo que abordam as preocupações sobre uma rede eficaz de estações de carregamento. O investimento em infraestruturas, a colaboração com as partes interessadas, a adoção de tecnologia e a transparência são fundamentais para a criação de um ecossistema forte que apoie a adoção generalizada de veículos elétricos. Somente através de uma abordagem abrangente é que os governos serão capazes de equilibrar os incentivos e a necessidade dos consumidores de uma rede de carregamento confiável e acessível.

REFERÊNCIAS

ABC (2023). "El negocio del 'carsharing' acelera y enfila la ruta de la rentabilidad". Disponible em: <https://www.abc.es/economia/negocio-carsharing-acelera-enfila-ruta-rentabilidad-20230625210644-nt.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.abc.es%2Feconomia%2Fnegocio-carsharing-acelera-enfila-ruta-rentabilidad-20230625210644-nt.html>.

ADELAT (2023). "Desafios e Aperfeiçoamentos Regulatórios da Distribuição Elétrica para a Transição Energética da América Latina". Disponible em: <https://adelat.com/wp-content/uploads/2023/05/Policy-Paper-ADELAT-ES.pdf>.

Americas Market Intelligence (AMI): https://americasmi.com/wp-content/uploads/2023/06/2022_ami_ev-sales-in-latin-america-market.pdf

Asociación Latinoamericana de Movilidad Sostenible (ALAMOS): <https://alamoslatam.org/>

Autoesporte (2023). "BYD Dolphin x GWM Ora 03: compare preço, motor, autonomia, tamanho e equipamentos". Disponible em: <https://autoesporte.globo.com/testes/comparativo/noticia/2023/10/byd-dolphin-x-gwm-ora-03-compare-preco-motor-autonomia-tamanho-e-equipamentos.ghtml>

Banco Mundial: <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/86921282-e616-4e32-a824-2349461bbcaf/content>

BID (2019). "Electromovilidad: transporte más limpio, seguro y eficiente". Disponible em: <https://blogs.iadb.org/energia/es/electromovilidad-transporte-mas-limpio-seguro-y-eficiente/>.

BID (2020). "From Structures to Services: The Path to Better Infrastructure in Latin America and the Caribbean". Editado por Eduardo Cavallo, Andrew Powell, Tomás Serebrisky. Disponible em: <http://dx.doi.org/10.18235/0002506>.

BID (2020). "Guía para la estandarización de la movilidad eléctrica en Paraguay: Para vehículos terrestres" disponible em: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Guia-para-la-estandarizacion-de-la-movilidad-electrica-en-Paraguay-Para-vehiculos-terrestres.pdf>
<https://publications.iadb.org/es/electromovilidad-panorama-actual-en-america-latina-y-el-caribe-version-infografica>.

BID (2021). "La electromovilidad como estrategia para una nueva política de transporte público: el caso de Santiago de Chile" disponible em: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/La-electromovilidad-como-estrategia-para-una-nueva-politica-de-transporte-publico-el-caso-de-Santiago-de-Chile.pdf>

BID (2022). "La ruta energética de América Latina y el Caribe: Escenarios de adopción para la región", desde a página 33: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/La-ruta-energetica-de-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>

BID (2023). Transporte 2050: el camino hacia la descarbonización y la resiliencia climática en América Latina y el Caribe. Disponible em: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Transporte-2050-el-camino-hacia-la-descarbonizacion-y-la-resiliencia-climatica-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>.

Blink Charging. "Beneficios exclusivos para vehículos eléctricos en Latinoamérica". Disponible em: <https://blinkcharging.mx/beneficios-exclusivos-para-vehiculos-electricos-en-latinoamerica/>

Bloomberg (2022): ¿Cuál es el futuro de la movilidad eléctrica en América Latina? Disponible em <https://www.bloomberglinea.com/2022/01/28/cual-es-el-futuro-de-la-movilidad-electrica-en-america-latina/>.

Canal Saúde. "Cidades da América Latina precisam controlar poluição do ar, diz médica da Opas". Disponible em: <https://www.canalsaude.fiocruz.br/noticias/noticiaAberta/cidades-da-america-latina-precisam-controlar-poluicao-do-ar-diz-medica-da-opas-2016-07-21>.

Centro de Ecodiseño Vasco (2020). Comparativa ambiental entre diferentes alternativas de vehículos. Disponible em: https://www.euskadi.eus/documentos/documentacion/comparativa_vehiculos/es_def/adjuntos/Comparativa-Vehiculos.pdf.

Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA). Emisiones atmosféricas de las centrales eléctricas en América del Norte. Disponible em: <http://www.cec.org/sites/default/napp/es/greenhouse-gases.php#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%20las%20emisiones%20totales,y%201%2C745%20%20de%20N2O.>

Enel. Proyecto Energy Transition Roadmap Latin America (ETR LATAM). Documentos disponibles em: https://linktr.ee/etr_latam.

Enel X (2019). "Enel X presentó el primer piloto de taxis eléctricos del Perú." Disponible em: <https://www.enel.pe/content/dam/enel-pe/medios/pdf/06-08-19%20Enel%20lanza%20taxis%20el%C3%A9ctricos.pdf>.

EPA. "Conceptos básicos sobre el material particulado (PM, por sus siglas en inglés)". Disponible em: <https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles>.

Goldman Sachs: New era in CO2 regulation: EVs to be tested across life cycle, not only on running performance: https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/briefly/from_briefings_21-Jan-2020/new-era-in-co2-regulation.pdf

IEA (2022). "Panorama Global de la Electromovilidad 2022". Disponible em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022>

IEA, Well-to-wheels greenhouse gas emissions for cars by powertrains, IEA, Paris. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/well-to-wheels-greenhouse-gas-emissions-for-cars-by-powertrains> IEA. Licence: CC BY 4.0

IRENA (2019). Perspectivas de innovación: Carga inteligente para vehículos eléctricos. Disponible em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Innovation_Outlook_EV_smart_charging_2019_ES.pdf?rev=d92189d0969246d79a9f030b8b15a0b4.

Kerrigan, G. (2022). Políticas públicas relacionadas con la electromovilidad en América Latina y El Caribe. Disponible em: https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/george_kerrigan.pdf.

La Hora (2022). "Proyecto de taxis eléctricos en Loja fue un fracaso". Disponible em: <https://www.lahora.com.ec/loja/proyecto-taxis-electricos-loja/>.

Márquez M. y Angulo R. (2023). Emisión de CO2 por la generación de electricidad en el Ecuador durante el período 2012-2022. Revista Social Fronteriza, Vol. 3 Núm.2 (169-178): Marzo - Abril 2023.

NovaCana (2021). "Etanol e gasolina ganharão um novo concorrente no mercado, a energia elétrica". Disponible em: <https://www.novacana.com/noticias/etanol-gasolina-novo-concorrente-mercado-energia-eletrica-020419>.

ONU Programa para o Meio Ambiente: <https://movelatam.org/4ta-edicion/>, resumo em: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/movilidad-electrica-avanza-en-america-latina-y-el-caribe>

Portal Movilidad (Datos de ventas y penetración por país). Disponible em: https://portalmovilidad.com/reportes/Reporte%20Portal%20Movilidad%201%C2%B0%20edici%C3%B3n.pdf?utm_source=email_marketing&utm_admin=136156&utm_medium=email&utm_campaign=Reporte_Movilidad_Elctrica_en_LATAM_y_Caribe

Portal oficial del Estado Argentino. Plan Nacional de Transporte Sostenible. Disponible em: <https://www.argentina.gob.ar/transporte/transporte-sostenible>.

Rystad Energy (2023). "Mystery solved: Norway's persistent road fuel demand won't last amid rapid EV adoption". Disponible em: <https://www.rystadenergy.com/news/norway-fuel-demand-electric-car-bus-truck-gasoline-diesel>.

Salleh, I. & Md zain, M. Z. & Raja, Raja. (2013). Evaluation of Annoyance and Suitability of a Back-Up Warning Sound for Electric Vehicles. International Journal of Automotive and Mechanical Engineering. 8, 1267-1277. 10.15282/ijame.8.2013.16.0104. https://www.researchgate.net/publication/288270778_Evaluation_of_Annoyance_and_Suitability_of_a_Back-Up_Warning_Sound_for_Electric_Vehicles

Transportation Energy Institute (2021). Life Cycle Carbon Emissions of Electric and Combustion Vehicles. Disponible em: <https://www.transportationenergy.org/resources/the-commute/life-cycle-carbon-emissions-of-electric-and-combus>

Vergara, et al (2013). "El Desafío Climático y de Desarrollo en América Latina y el Caribe", Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Disponible em: <https://publications.iadb.org/en/publications/spanish/viewer/El-desaf%C3%ADo-clim%C3%A1tico-y-de-desarrollo-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-Opciones-para-un-desarrollo-resiliente-al-clima-y-bajo-en-carbono.pdf>.

