



**Universidade Federal de Pernambuco**  
Centro de Informática  
Graduação em Ciência da Computação

A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO ECOSISTEMA DE MOBILIDADE  
ELÉTRICA: Uma abordagem de sistemas de informação

Trabalho de Graduação

**Paulo Vitor Cruz e Silva**

Orientador: José Carlos Cavalcanti

RECIFE

2021

Paulo Vitor Cruz e Silva

A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO ECOSISTEMA DE MOBILIDADE  
ELÉTRICA: Uma abordagem de sistemas de informação

Trabalho apresentado ao Programa de Graduação em Ciência da Computação do Departamento de Informática da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: José Carlos Cavalcanti

RECIFE

2021

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiro lugar gostaria de agradecer aos meus pais, por toda a confiança depositada em mim, todo apoio e esforço. Se hoje eu consegui chegar até aqui, é por causa deles.

Agradeço também a minha esposa Ana Carolina, por toda a paciência, ajuda e incentivo nos momentos mais difíceis ao longo desse curso.

Por último e não menos importante, ao meu orientador José Carlos, por todo tempo investido nesse trabalho, por seus esforços e compreensão pelo momento que estamos passando.

## RESUMO

Os veículos elétricos (VE) estão revolucionando o mercado automobilístico e o setor elétrico. Estão surgindo diversos modelos de veículos com diversos tipos de carregadores, e o setor elétrico precisa estar preparado para essas mudanças. Duas principais mudanças são, inicialmente, na forma que o mercado está mudando, trabalhando em um esquema de multi-sided platforms (MSP), que é uma estrutura organizacional usada nas grandes empresas de tecnologia, como a Microsoft e a Amazon. Seguindo os exemplos dessas grandes empresas, a utilização da plataforma digital MSP, tem como objetivo a obtenção de maiores lucros, maior controle entre os pontos interligados, maior rede de pontos físicos para o cliente, e com menos mão de obra que os modelos de negócio tradicionais. Outra grande mudança é na forma como os veículos elétricos podem se conectar com os pontos de carregamento, por meio de sistemas interligados via rede, sistemas chamados de electric mobility service providers (EMSPs). A principal função dos EMSPs é criar um sistema que possa fornecer ao usuário do VE facilidades e informações sobre o seu veículo e sua necessidade de recarga. Este trabalho tem como objetivo dar uma caracterização básica sobre a nova estrutura organizacional dos veículos elétricos, com um entendimento maior a respeito das MSP, além de destacar a conexão entre os EMSPs, com uma visão na área de tecnologia.

**Palavras-chave:** Veículos Elétricos. Multi-sided platforms. Electric mobility service providers.

## **ABSTRACT**

Electric vehicles (EVs) are revolutionizing the automobile market and the electric sector. There are several models of vehicles with different types of chargers, and the electrical sector needs to be prepared for these changes. Two main changes are currently in place. Firstly, in the way the market will change, working on a multi-sided-platform (MSP) scheme, which is an organizational structure used by big tech companies like Microsoft and Amazon. Following the examples of these large companies, the use of the MSP digital platform aims to obtain greater profits, greater control between the interconnected points, a greater network of physical points for the customer, and less labor than traditional business models. The other big change is in the way electric vehicles can connect with charging points, through network interconnected systems, systems that are called electric mobility service providers (EMSPs). The main function of an EMSP is to create a system that provides the VE's user with facilities and information about his vehicle and its need for recharging. This monograph aims to provide a basic characteristic about the new organizational structure of electric vehicles, with a greater understanding with respect to MSPs, besides highlighting the connection between EMSPs with a view in the field of technology.

**Keywords:** Electric Vehicles. Multi-sided platforms. Electric mobility service provider.

## LISTA DE SIGLAS

**VE** - Veículo Elétrico

**MSP** - Multi-sided Platform

**EMSP** - Electric Mobility Service Provider

**ICE** - Internal Combustion Engine

**HEV** - Hybrid Electric Vehicle

**PHEV** - Plug-in Hybrid Electric Vehicle

**BEV** - Battery Electric Vehicle

**CA** – Corrente Alternada

**CC** – Corrente Contínua

**LDV** – Light Duty Vehicle

**B2C** – Business-to-Consumer

**CPO** – Charging Point Operator

**CSO** – Charging Service Operator

**B2B** – Business-to-Business

**AWS** – Amazon Web Service

**IA** – Inteligência Artificial

**API** - Application Programming Interface

**SDK** - Software Development Kit

**ANEEL** - Agência Nacional de Energia Elétrica

**SENAI** - Serviço Nacional de Aprendizagem Industria

**FINDES** - Federação das Indústrias do Espírito Santo

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 – Número de Carregadores por Ano no Mundo	18
Figura 2 – Distribuição de Diversos tipos de Carregadores por País	19
Figura 3 – Diagrama das Interações de uma MSP	27
Figura 4 – Ecossistema de uma MSP	27
Figura 5 – Diagrama da relação EMSP com os Lados A e B	32
Figura 6 – Mapa dos pontos de carregamento elétrico no Brasil	38
Figura 7 – Dados fornecidos por um Veículo Moderno	43

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Efeitos positivos e negativos da rede	25
Tabela 2 – Taxa de motorização por país selecionado	36

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	12
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
2.1 VEÍCULOS ELÉTRICOS.....	15
2.2 INFRAESTRUTURA DE CARREGAMENTO VEÍCULOS ELÉTRICOS.....	17
2.3 FUNCIONALIDADES DA REDE DE CARREGAMENTO.....	20
<b>3 PLATAFORMAS MULTIFACETADAS .....</b>	<b>23</b>
3.1. COMO FUNCIONA UMA PLATAFORMA.....	23
3.2 DUAS VISÕES DA MULTI-SIDED PLATFORM.....	25
3.3 PREÇOS.....	30
3.4 GOVERNANÇA E LIMITES .....	31
3.5 APLICANDO PLATAFORMAS MULTIFACETADAS AO CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS.....	31
<b>4 CARACTERÍSTICAS DA MOBILIDADE ELÉTRICA NO BRASIL .....</b>	<b>36</b>
4.1 ATUAL ESTADO DA MOBILIDADE ELÉTRICA NO BRASIL .....	36
4.2 O FUTURO DA MOBILIDADE ELÉTRICA NO BRASIL.....	40
4.3 OS DESAFIOS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA MOBILIDADE ELETRICA .....	43
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>45</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>47</b>



# 1

## INTRODUÇÃO

## 1 INTRODUÇÃO

Os carros movidos a gasolina/petróleo estiveram presentes predominantemente desde o século XX, mas para isso ter acontecido, houve a necessidade de um avanço tecnológico com o desenvolvimento do motor à combustão. Contudo, existia uma necessidade de evolução para que os carros à combustão fossem popularizados, visto que até então eram objetos direcionados às pessoas com maiores poderes aquisitivos.

Dessa forma, no início do século XX, com Henry Ford e a produção industrial, a produção se tornou mais acessível, uma vez que foi possível produzir os automóveis de forma padronizada, e em maior escala. A partir desse marco, o maior quantitativo e produção de carros proporcionou modificações nas cidades, principalmente na infraestrutura urbana, com construções de pistas, estradas e ruas asfaltadas.

Tal cenário fez surgir uma oportunidade de mercado totalmente nova, como oficinas, montadoras, pintura, revendedores de carros. É bastante natural que do início do século XX até os dias atuais, os avanços tecnológicos em torno dos automóveis continuassem a progredir. Do carro à combustão de baixa autonomia, surgiram os carros com índices de performance, flex, com parte elétrica avançada. Entretanto, os modelos mais populares começaram a ocasionar grandes problemas climáticos devido à alta taxa de emissão do CO<sub>2</sub>. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA, 2020), o sistema de transporte no geral é responsável por 24% das emissões diretas globais de CO<sub>2</sub>, e desse percentual, aproximadamente três quartos são dos veículos terrestres.

Os veículos elétricos sempre estiveram presentes no setor automobilístico, contudo, eles tinham pouca representatividade no mercado, pois os veículos a combustão eram produzidos em uma maior quantidade e seus valores de venda eram bem inferiores, fazendo com que os veículos elétricos perdessem espaço dentro do mercado. Existiram diversos modelos protótipos até meados de 1990, quando na Califórnia foi criada a Lei Zero Emission Vehicle Program, cuja intenção era despertar nas montadoras o interesse em desenvolver os veículos elétricos.

Segundo uma publicação no Tecmundo (2021) em 1996, foi lançado pela General Motors o EV1, que viria ser o primeiro carro elétrico contemporâneo produzido em massa e voltado para o público. Já em 1999, ele foi descontinuado sem nenhum motivo aparente, porém, especula-se que foi devido à grande pressão das indústrias

de petróleo e do baixo apoio financeiro do governo americano. E desta forma, foi-se seguindo um fluxo de altos e baixos dos veículos elétricos. Tal cenário somente teve alteração mais significativa com a fundação da Tesla Motors, em 2004, uma startup que se submeteu a enorme investimento de risco no mercado de carros elétricos.

Da Tesla Motors até hoje, houve diversos avanços nos veículos elétricos, dentre as quais pode-se citar a autonomia das baterias. Essa evolução proporcionou o barateamento nos veículos, um maior tempo de funcionamento, uma diminuição no tempo de recarga, e até variados tipos de baterias para diferentes veículos. Dessa forma, assim como aconteceu com os veículos à combustão, a chegada dos veículos elétricos proporcionou mudanças. Aliado ao aumento acelerado dos problemas climáticos causados pela emissão dos gases do efeito estufa, vários países passaram a investir de forma intensa no desenvolvimento dos componentes relacionados aos veículos elétricos.

Com o crescimento e oportunidade de mercado, começaram a surgir cada vez mais empresas buscando gerenciar e conectar os veículos elétricos, aglutinando distribuidoras de energia, carregadores e postos de carregamento em um único sistema inteligente, formando um novo ecossistema de mobilidade elétrica. O atual modelo de negócio usado nos carros à combustão começou a não ser o mais indicado, seja pela forma em que é hierarquizado, ou pela modernização trazida pela era digital, através das chamadas “*plataformas multifacetadas*”. Esse modelo de plataforma é utilizado atualmente por empresas de tecnologia, a exemplo da Amazon, Microsoft e Apple, com o objetivo de obter maiores lucros e criar um ecossistema digital, além de possibilitar que se sobressaíam das empresas tradicionais.

Neste sentido, tem passado a existir a necessidade de estruturar sistemas que possam conectar postos de carregamento, carros e rede elétrica. Dentro desse sistema, surgiu o conceito de electric mobility service provider (EMSP). O EMSP, é dos players do novo ecossistema de mobilidade elétrica que se vale de dados coletados, que oferece informações aos usuários dos veículos elétricos, como por exemplo: melhor rota para chegar até um posto de carregamento, autonomia do veículo baseado na rota, postos credenciados a sua rede etc.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo dar uma caracterização básica sobre a nova estrutura organizacional do setor de mobilidade elétrica, a infraestrutura

de carregamento e o funcionamento, bem como elencar os pontos de plataforma digital utilizada e as aplicações junto ao EMSP.

Como a literatura relacionada com mobilidade elétrica ainda é esparsa, e limitada, em função do fato de que o novo ecossistema de mobilidade elétrica ainda está em sua infância, este trabalho se preocupou mais em concentrar sua atenção nos aspectos que dizem respeito à sua estrutura organizacional. De forma particular, ele foca na utilização, por esse novo ecossistema, do conceito das plataformas multifacetadas.

Para tal, nos capítulos seguintes são apresentados alguns dos aspectos relacionados ao ecossistema de mobilidade elétrica – veículos, tipos de carregamento, entre outros -, e são apontados conceitos de operação das plataformas multifacetadas. Por último, pretendeu-se trazer um recorte da situação no Brasil em meio aos avanços tecnológicos e, assim, tratar o que se pode esperar para o futuro da mobilidade elétrica no país.

Sendo assim, de forma a atingir objetivo supracitado, os procedimentos metodológicos partiram, marcadamente, de uma investigação bibliográfica. Como a literatura na temática ainda é esparsa, o trabalho se utilizou de breve análise de dados presentes em pesquisas e relatórios internacionais e nacionais recentes, tais como o 1º Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica (PNME, 2020), que aponta para o cenário atual e para a perspectiva futura do mercado de veículos elétricos, assim como aspectos relacionados aos sistemas de informação.

## 1.1 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho se encontra dividido, além desta breve introdução, em mais três capítulos, a saber:

- **Capítulo 2 - Revisão da Literatura:** Contém detalhamentos sobre os veículos elétricos e à combustão, dados sobre carregadores elétricos. Também contempla uma pequena introdução sobre EMSP.
- **Capítulo 3 - Plataformas Multifacetadas:** Apresenta em detalhes o conceito sobre as plataformas multifacetadas, como elas funcionam, suas métricas, formas de atuação no mercado, e como elas se aplicam ao carregamento de veículos elétricos.

- **Capítulo 4 - Características da Mobilidade Elétrica no Brasil:** Neste capítulo é apresentado um recorte sobre como se encontra o Brasil no quesito de mobilidade elétrica, como estão as projeções para o futuro desse setor e os desafios da união da tecnologia da informação com os veículos elétricos.



2

REVISÃO DA LITERATURA

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta uma breve revisão da literatura relacionada com alguns dos principais aspectos de um novo ecossistema que passou a existir no mundo: o ecossistema de mobilidade elétrica, e, de modo particular, ao processo de carregamento (de baterias) de veículos elétricos.

Será realizada uma abordagem a respeito dos veículos elétricos, analisando quais os tipos existentes no mercado, suas características em comparação com os veículos que utilizam motor a combustão e as diferentes características dentro da própria categoria de veículos elétricos. Também é feito um breve detalhamento a respeito da infraestrutura de carregamento, trazendo definições dos tipos e mostrando de forma comparativa como alguns países estão se desenvolvendo para suprir a crescente demanda de carros elétricos. Por fim, serão apresentados alguns aspectos relacionados ao electric mobility service provider (ESMP), seus atores e as suas funções dentro do ecossistema.

### 2.1 VEÍCULOS ELÉTRICOS

Dentre as opções de veículos existentes no mercado, os mais comuns são os de combustão movidos à gasolina, diesel ou álcool, chamados de Internal Combustion Engine (ICE). Também pode-se encontrar, mesmo que ainda em quantidade mais reduzida, os veículos híbridos (HEV) e os veículos elétricos plug-in, os quais são divididos em duas categorias: veículos elétricos a bateria (BEV) e veículos elétricos híbridos plug-in (PHEV) (IEA, 2020). Destaca-se que, na presente pesquisa, ao utilizar o termo veículo elétrico (VE), tem-se como referência as categorias BEV e PHEV e, caso haja a necessidade de diferenciar as categorias supracitadas, irá ser detalhado no decorrer do texto.

De forma inicial, compreende-se que a principal diferença entre os VEs e os ICEs quando se aborda o processo de carregamento, se dá pela capacidade ou autonomia dos veículos. Um modelo de VE tem uma autonomia inferior e consegue atingir uma velocidade também inferior devido a não usar combustão no processo. Já os veículos híbridos, que têm um motor de combustão, também apresentam desempenho abaixo dos ICEs.

Em razão da autonomia ser menor, os VEs precisam ser recarregados com maior frequência, o que obriga o usuário a gastar mais tempo. Nesse sentido, vale

salientar que o tempo de recarga total de uma bateria é superior quando comparado à duração de abastecimento do tanque de um automóvel ICE. Portanto, toda a estrutura atual de abastecimento acaba se tornando pouco viável para os VEs quanto para o setor elétrico.

Em mapeamento realizado por Kley (2011 *apud* Sadë 2019), foram identificadas características para três áreas – veículo e bateria, sistema de infraestrutura de carregamento e serviços de sistemas – que integram os VEs. Tais particularidades têm importante relevância quando se analisa o impacto dos VEs no setor elétrico.

A bateria está diretamente ligada aos carregadores usados para “alimentar” as mesmas. Quanto maior a capacidade de uma bateria, mais tempo vai levar para recarregar, e é nesse momento que os tipos de carregadores entram para tentar diminuir o tempo gasto.

A infraestrutura para carregamento de veículos elétricos continua em expansão. Segundo a International Energy Agency (IEA, 2020), em 2019, havia cerca de 7,3 milhões de carregadores em todo o mundo, dos quais cerca de 6,5 milhões eram carregadores de baixa potência, utilizados, sobretudo, para abastecer os veículos leves, dentre os quais estão inseridos os particulares em residências, edifícios com várias residências e locais de trabalho.

Assim como no ICE, a energia de combustão é a parte que dá força para o veículo e a energia elétrica é o que faz os VEs funcionarem. Por mais que as baterias tenham evoluído nos últimos anos, as versões 2018-19 de alguns modelos de carros elétricos comuns exibem uma densidade de energia da bateria que é 20 a 100 por cento maior do que suas contrapartes produzidas em 2012 (IEA, 2020). Isso ocorre, em especial, devido ao aprimoramento das tecnologias usadas nas baterias. Entretanto, tais dispositivos ainda estão distantes do ideal para obter uma relação próxima ao que temos hoje com os veículos à combustão, e isso se dá pelo fato das baterias não conseguirem render tanto quanto um tanque de combustível totalmente completo.

Os carregadores podem ser categorizados a depender do nível, do tipo e do modo. Em relação ao nível, tem-se o quanto de potência o veículo ia fornecer na saída, sendo essa potência indicador da velocidade que a bateria será carregada. Dentre os níveis de carregador, pode-se encontrar os níveis 1, 2 e 3. No nível 1, utiliza-se uma

corrente alternada (CA) e tem uma potência máxima de 3.7 kW, sendo normalmente utilizada para carregamentos mais lentos e que não necessitam de agilidade IEA (2018, *apud* Sadë 2019).

No nível seguinte, ocorre mais agilidade no carregamento, tem-se uma potência máxima de 22 kW e se utiliza corrente alternada. Na última, a de nível 3, a potência é quase dez vezes maior que a do nível antecessor, podendo chegar a 200 kW, e diferente dos outros dois, usa-se corrente contínua (CC), o que acarreta o carregamento de uma bateria de nível médio em torno de meia hora IEA (2018, *apud* Sadë 2019).

O tipo do carregador está relacionado à tomada e ao conector que são usados para carregar, uma vez que cada veículo tem seu tipo de conexão, o que pode ser um grande fator na escolha do automóvel. Pode-se citar alguns modelos mais usados, como o IEC 62196-2 Tipo 2 para carregamento de nível 2, CCS Combo (nível 3, DC) e CHAdeMO (nível 3). Entre outras características, a variedade de modelos ocorre em razão do desenvolvimento dos veículos em diferentes localidades do mundo, antes de existir um padrão mundial IEA (2018, *apud* Sadë 2019).

Por fim, a última especificação está de acordo com o modo, com referência ao protocolo que o carregador vai se comunicar com o veículo. Nesse caso, tem-se o modo 1, que é usado por veículos leves (LDVs), nos quais se enquadram, por exemplo, o ciclomotor, a motoneta e a motocicleta, e o modo de 2 até 4, compreendendo os veículos de passageiros.

## 2.2 INFRAESTRUTURA DE CARREGAMENTO VEÍCULOS ELÉTRICOS

Antes de falar sobre a infraestrutura, é necessário se ter uma compreensão básica sobre os tipos de estações dos carregadores, os quais podem ser públicos, híbridos (público e privado) e privados. Os públicos podem ser acessados por qualquer usuário, já os híbridos são mais restritos a um grupo específico de pessoas e não tem custo, a exemplo dos carregadores localizados nos estacionamentos privados das empresas.

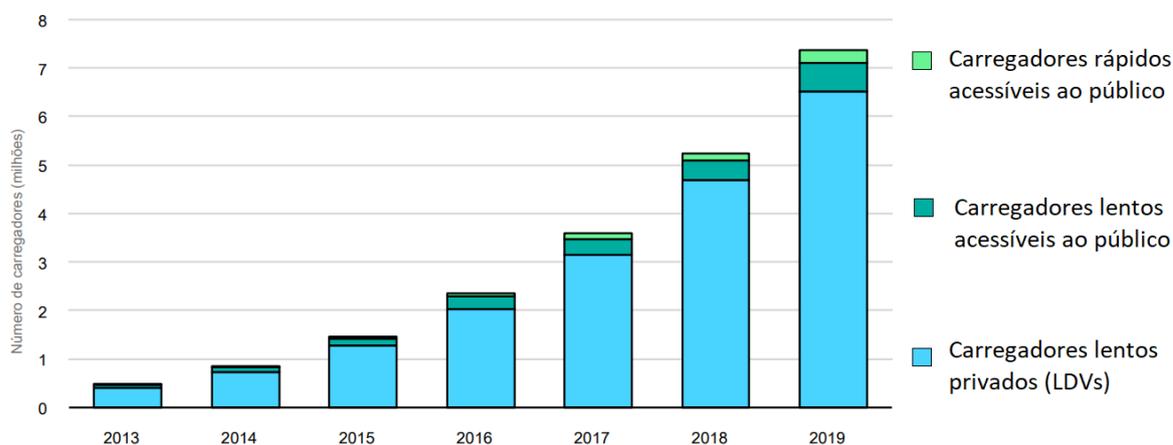
Os privados, por sua vez, podem estar presentes em residências e apenas o proprietário do ponto de carregamento pode carregar o veículo. No que tange o presente trabalho, é importante salientar que o foco está voltado para os carregadores

públicos, uma vez que são os que detêm maiores interferências e requisição dos usuários.

Em relação a infraestrutura de carregamento, esta é gradualmente implementada para responder ao crescimento na participação dos veículos elétricos no montante geral dos veículos e para acelerar o crescimento tanto dos VEs quanto da infraestrutura. Países como China, Canadá, Chile, Costa Rica, Índia e Nova Zelândia têm oferecido apoios fiscais e financeiros para a implantação de infraestrutura de carregamentos de acesso público, seja em postos de combustíveis ou em corredores rodoviários.

Segundo a IEA (2020), o crescimento da quantidade de carregadores no mundo apresenta-se em ritmo crescente. De acordo com os dados extraídos da Figura 01 à frente, em 2018, tinha-se em média 5,2 milhões de carregadores, já em 2019, ocorreu um aumento de cerca de 40 por cento, elevando o quantitativo para 7,3 milhões. Contudo, 6,5 milhões dos carregadores existentes ainda são de classificação lentos e privados (LDVs), o que caracteriza a facilidade de se ter um carregador nas residências, uma vez que basta ter uma tomada elétrica compatível e uma ficha de carregador. Outros fatores que também contribuem para o elevado número supracitado, são os incentivos de compra, descontos e a conveniência.

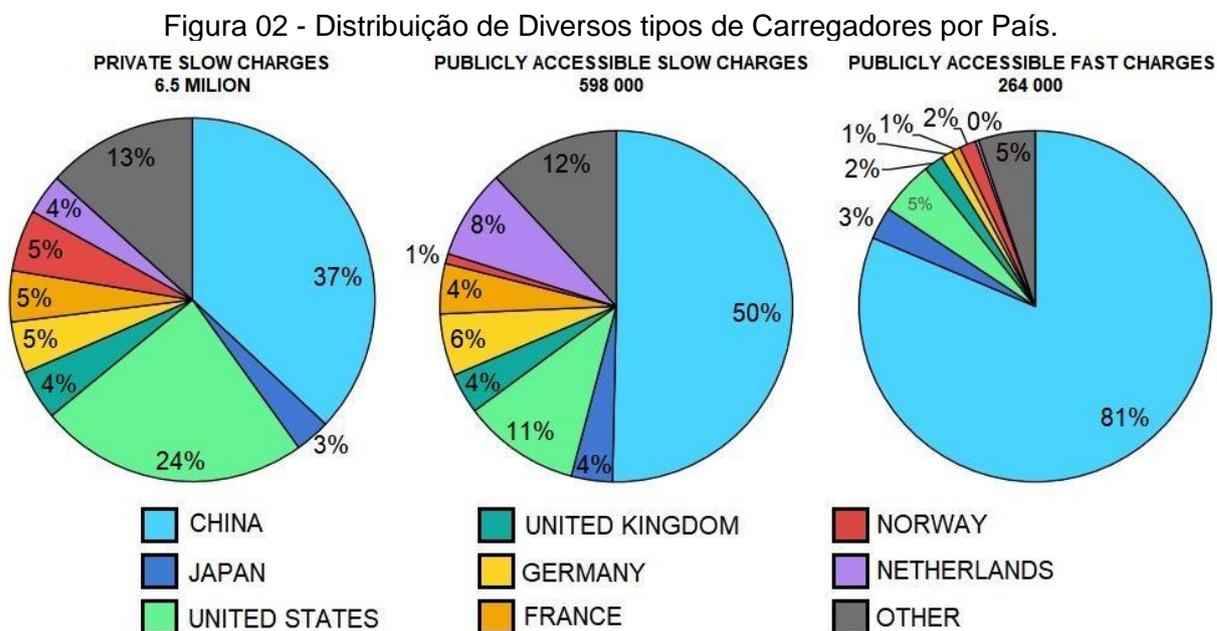
Figura 01 - Número de Carregadores por Ano no Mundo.



Fonte: IEA, 2020, modificado pelo autor, 2021.

A China é o país que tem o maior número de VEs em circulação; por consequência disso, domina com folga o número de carregados, seja lento privado, lento público ou rápido público, conforme figura 02 à frente. No mundo, o número de pontos de carregamento acessíveis, públicos ou privados teve um aumento de 60 por cento em 2019 se comparado com 2018. Sobre isto, vale salientar que o país asiático

tem relação direta com a elevação deste quantitativo, uma vez que 60 por cento desse aumento, cerca de 515.000 dos carregadores de acesso público instalados estavam presentes no país, 80 por cento dos carregadores rápidos de acesso público em todo o mundo e 50 por cento dos carregadores lentos acessíveis ao público instalados em 2019.



Fonte: IEA, 2020, modificado pelo autor, 2021.

A razão dos aumentos das baterias, carregadores e VEs, tem como fator principal a descarbonização global e o controle dos gases do efeito estufa. Com isso as indústrias de eletro mobilidade como um todo sentiram a necessidade de uma regulamentação e de cobranças para que o crescimento desse segmento não fosse feito de forma descoordenada. Salienta-se que mesmo com a existência do mercado de eletricidade, se fez necessário a adição de novos modelos organizacionais para suprir as lacunas nesse segmento.

Alguns novos papéis foram surgindo durante os anos, tais como o de provedor de serviços de eletro mobilidade/agregador de fornecedor de VE (doravante EMSP- do inglês Electric Mobility Service Provider, ou seja, Provedor de Serviço de Mobilidade Elétrica), gerenciador de ponto de carregamento de VE/operador de estação de carregamento /operador de serviço de carregamento, e o usuário de VE. Dessa forma, dada a necessidade, foi-se moldando o conceito de interoperabilidade – que é a capacidade de diversos sistemas se comunicarem em conjunto – para garantir que os usuários interajam na troca de informações de forma eficiente.

## 2.3 FUNCIONALIDADES DA REDE DE CARREGAMENTO

O EMSP é uma das principais funções que surgiram no ecossistema de carregamento dos VEs, e nesse aspecto está uma das maiores mudanças, uma vez que é um agente que tem contrato business-to-consumer (B2C) direto com o usuário do VE, e tem como papel fornecer acesso às estações de carregamento de diferentes operadores.

Considera-se o EMSP como uma varejista que vende eletricidade para o usuário de VE, e, portanto, não deve ser visto como parte do sistema de energia elétrica regulamentado, mas como uma entidade competitiva separada. Se cada local de carregamento tivesse seu próprio sistema, seria função do EMSP fornecer acesso para vários pontos de carregamento.

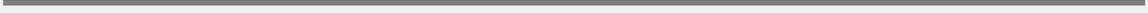
O gerenciador de ponto de carregamento de VE tem duas funções, podendo ser separadas ou não. Uma dessas funções é o agente responsável pela propriedade ao qual se encontra o carregamento, chamados de CPO (de Charging Point Owner, ou Proprietário de Ponto de Carregamento), e pela operação da estação de carregamento, já a outra é o operador de serviço de cobrança (CSO – de Charging Service Operator, ou Operador de Serviço de Carregamento).

Nesse sentido, o CPO possui a estação de carregamento física além de ter uma conexão com a rede. É o responsável por ser o cliente final que através das distribuidoras de eletricidade compra a eletricidade. Já o CSO é quem administra toda a infraestrutura do ponto, é o responsável por monitorar, controlar o acesso a alguma estação de carregamento e que cobra pelo serviço. O contrato dele com a EMSP é do tipo B2B. O usuário VE é a pessoa que necessita de carregamento no seu carro, moto ou qualquer outro veículo.

Atualmente, a forma que o usuário tem para fazer recarga, efetuar pagamento ou qualquer outro serviço, é despadronizada, portanto se faz necessário uma assinatura de EMSP que vai prover todas as padronizações e unificar toda uma rede de carregamento. O maior problema dessa prática é que podem existir diversas redes de EMSP e isso pode gerar ao usuário a necessidade de ter várias assinaturas.

Para evitar esse problema, as redes de cobranças firmaram um contrato de roaming, isso faz com que os usuários possam acessar outras redes de recarga utilizando uma única assinatura, o que torna isso possível é a interconexão estabelecida pelo EMSP e o CSO. Todo o ecossistema de carregamento VE consiste

em diversas funções que vão desde a geração da eletricidade até o mercado utilizando os serviços de roaming.



3

PLATAFORMAS MULTIFACETADAS

### 3 PLATAFORMAS MULTIFACETADAS

O avanço da tecnologia, possibilitando o surgimento de uma grande quantidade de dados, a emergência da computação nas nuvens, e a popularização da Internet no mundo, têm sido determinantes nas transformações, na forma de se trabalhar e nas formas de organizar uma economia. Uma dessas formas é aquela como as empresas se organizam entre si; e aqui cabe dar um destaque especial às chamadas “*multi-sided platforms - MSP, ou plataformas multifacetadas*”.

Esse modelo de negócio vem se expandindo nos últimos 20 anos, e gerou, por si só, um grande número de *startups* baseadas em plataformas. Esse tipo de plataforma foi crescendo e gerando lucros para grandes empresas da era digital, tais como a Amazon. Tal sucesso fez com que as indústrias mais tradicionais começassem a olhar com mais atenção para esse modelo de negócio, e a ponderar como aplicá-lo.

A MSP se apoia no princípio de criar um intermediador entre os seus múltiplos usuários. O EMSP incorporou esse modelo de negócio por trazer benefícios, sendo o EMSP o intermediador. Dentre os objetivos propostos pelas plataformas multifacetadas, tem-se como primordial oferecer conexão aos clientes, reduzir os custos de transações e, com isso, gerar valor.

Os principais objetivos de tais segmentos estão relacionados à evolução do conceito de plataforma, levando em consideração quem são os usuários que vão participar da plataforma, e os efeitos da rede, fazendo com que seja possível cocriar um valor para a plataforma. Devido a essa compatibilidade, faz-se necessário conhecer melhor os principais aspectos sobre a plataforma, ou seja, como funciona, seus pontos fortes, fracos e sua aplicação a um ponto de carregamento de um veículo elétrico.

#### 3.1. COMO FUNCIONA UMA PLATAFORMA

Atualmente, as maiores e mais valiosas empresas, a exemplo da Apple, Microsoft e Amazon, tiveram seus negócios construídos sobre plataformas digitais. Em janeiro de 2020, a soma das citadas com mais outras quatro grandes empresas representavam mais de US \$6,3 trilhões em valor de mercado (Cusumano, Yoffie, Gawer, 2020). Saliente-se que empresas que são desenvolvidas a partir de plataformas digitais, hoje em dia, são vistas com bons olhos por investidores e

empresários, porém, devido ao grande poder de mercado que essas empresas têm, é necessário que existam regras para evitar um monopólio.

Vale destacar que, ser ou ter um modelo voltado para plataformas digitais não é garantia de sucesso, pois mesmo que tal modelo seja utilizado, as leis que coordenam empresas convencionais também regem as empresas com negócios em plataformas digitais.

Um empreendimento de plataforma tem que ter um desempenho melhor que as dos concorrentes, deve ser bem aceita no meio que vai ser inserida e ter regulamentações governamentais que não impeçam ou atrapalhem seu negócio. Neste sentido, as empresas de plataforma utilizam da tecnologia digital para construir um ciclo de avaliações positivas por meio de efeitos de rede positivos, fazendo com que o seu negócio aumente de valor a cada novo participante. Tal ciclo acaba por criar um ecossistema que fornece meios diferentes, mão-de-obra reduzida e outros mecanismos que permitem que as empresas se sobressaiam das empresas tradicionais.

Para que as empresas possam ter sucesso são necessários alguns desafios, como escolher os “lados” chave da plataforma, construir os efeitos de rede positivos que vão impulsionar o negócio, criar um modelo de negócio que possa gerar receita positiva, e estabelecer as regras de utilização dando espaço para inovação. Nessa perspectiva, enquanto se tem o controle da plataforma por meio da governança, pode-se resultar em dois tipos de plataformas: as de transação e as de inovação.

As plataformas de transação se concentram como mediadores ou mercados online que fornecem uma ligação entre bens e serviços. Quanto maior o número de usuários e de transações, mais considerada é a plataforma. É dessa forma que a plataforma gera valor, fornecendo ações que não ocorreriam comumente, cobrando por tais ações por meio de taxas ou com cobrança de publicidade. Pode-se mencionar a Uber, Airbnb e Facebook, como exemplos de plataformas de transação.

Já as plataformas de inovação são aquelas que incentivam e permitem o desenvolvimento de produtos e novos serviços por meio da plataforma, através de empresas terceirizadas que não estão ligadas diretamente à empresa dona da plataforma. Quanto mais serviços e de alta qualidade, mais atrativa é a plataforma para os usuários, gerando assim um efeito de rede positivo. O valor dessas

plataformas está na venda ou aluguel dos direitos de uso da sua plataforma. Tem-se o Google Android, AWS, Apple IOS como exemplos de plataformas de inovação.

Ressalta-se que não são todas as plataformas que devem ser unicamente de um dos dois tipos, uma vez que podem ser híbridas. Isso acontece porque com o passar do tempo foi se notando o número crescente de plataformas de inovação bem-sucedidas que integrou as plataformas de transação aos seus modelos de negócios. Elas perceberam que a união era muito benéfica tanto para aumentar os efeitos de redes, como pelo fato de que boas inovações podem surgir não somente internamente como externamente. A exemplo disto, pode-se citar a compra do Android pela Google e a criação de vários serviços em cima do AWS pela Amazon, além dos seus dispositivos de IA.

Apesar de ter acontecido uma grande expansão das tecnologias, aplicações e modelos de negócios baseados em plataformas, a tendência é de que nas próximas décadas tal expansão seja ainda maior, devido aos avanços na área de inteligência artificial, aprendizagem de máquinas, maiores volumes de dados e aumento na infraestrutura. Atualmente, existe uma quantidade enorme de dados que não são aproveitados, seja para criação de ferramentas ou para integração de diferentes serviços. Uma plataforma pode se tornar extremamente bem-sucedida, ter um enorme valor e grandes interações de usuários, entretanto, para tal, o negócio deve se manter atualizado e moderno, pois o valor de hoje pode não ser o valor de amanhã. Nesse sentido, a plataforma deve ter sempre a percepção de que é por meio do próprio mérito que será capaz de gerar lucro e ser mutável.

### 3.2 DUAS VISÕES DA MULTI-SIDED PLATFORM

Com a evolução das noções de plataforma, surgiram duas formas de percebê-las: a econômica e a de projeto de engenharia. Em relação à primeira visão, compreende-se as plataformas na sua essência como multifacetadas, isso significa que as plataformas são analisadas somente como um intermediário entre dois ou mais grupos de clientes, o que faz com que os dois extremos existentes sejam sempre vistos como consumidores. O ambiente competitivo que existe tem um foco na disputa entre as plataformas e não sobre o ecossistema, ignorando assim a disputa entre proprietário e clientes.

No tocante à segunda visão, na qual se enquadra o projeto de engenharia, tem-se a capacidade de enxergar as plataformas como soluções tecnológicas modulares, o que ajuda no desenvolvimento e na inovação. Além disso, tal visão foi dividida em plataforma interna, que seriam os seus produtos, cadeia de suprimentos, e em plataforma externa (indústria).

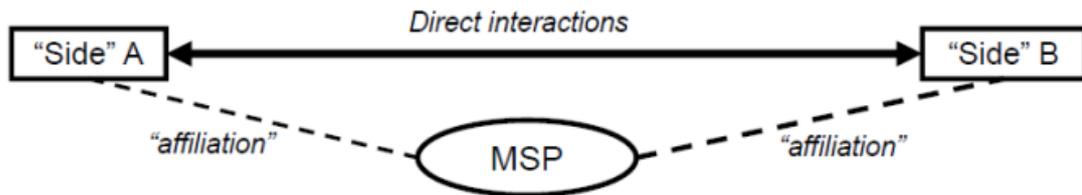
Ao juntar as duas visões mencionadas anteriormente, é possível criar uma ponte, que traz uma nova proposta ao conceito de plataformas e que leva em consideração a natureza organizacional destas na exploração de economias de escopo. Sobre isto, Sadë (2019) reitera que: As plataformas tecnológicas podem ser vistas como organizações ou meta-organizações em evolução que: (1) juntam e coordenam os agentes constitutivos que podem inovar e competir; (2) criar valor gerando e aproveitando economias de escopo na oferta e na demanda; e (3) envolvem uma arquitetura tecnológica que é modular e composta por um núcleo e uma periferia. (Sadë, 2019)

Na óptica de um modelo de negócios tradicional, este é composto basicamente por um revendedor, uma empresa integrada e um fornecedor. Por outro lado, na interpretação de um modelo de negócios de uma MSP, encontram-se algumas características diferentes.

No modelo tradicional, somente um lado é beneficiado; já na MSP deve existir ao menos dois lados beneficiados, e, em segundo lugar, cada extremidade deve ser afiliada à plataforma. Ressalte-se que a compreensão de 'afiliados' no contexto mencionado está associada a cada extremidade que é responsável por prover investimentos à plataforma de modo que possa ser possível a interação direta. Tais investimentos podem ser um valor a ser pago por acesso, custo por recursos ou por oportunidade.

Neste sentido, o responsável pela operação de uma plataforma é chamado de proprietário, patrocinador da plataforma ou empresa-chave do ecossistema. Para os que são afiliados ao proprietário da plataforma, dá-se o nome de produtores e consumidores, desenvolvedores e consumidores ou vendedores e compradores, tais nomes, entretanto, dependem do contexto e do fluxo de pesquisa da plataforma. Para representar os filiados, recomenda-se usar a denominação Lado A e Lado B, como demonstra a Figura 03 a seguir.

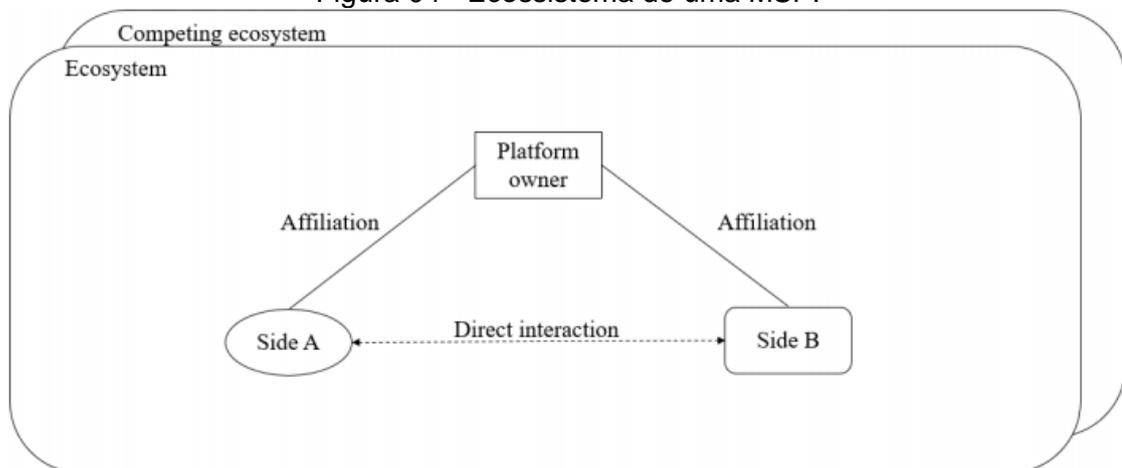
Figura 03: Diagrama das Interações de uma MSP.



Fonte: Sadë, 2019.

Vale salientar que as plataformas não estão limitadas a somente dois lados, levando em consideração que um lado pode estar presente no outro lado. Por exemplo, uma pessoa pode ser uma vendedora e uma compradora de produtos na Amazon. Nesse caso, o proprietário da plataforma e os dois lados vão interagir por meio de interfaces ou infraestrutura compartilhada e assim formar um ecossistema, conforme a Figura 04.

Figura 04 - Ecossistema de uma MSP.



Fonte: Sadë, 2019.

Na economia, existe o efeito chamado *externalidades de rede*, e isso significa que cada novo usuário na ferramenta aumenta o valor potencial drasticamente, permitindo laços de rede com todos os demais usuários da ferramenta. Sobre isto, como exemplo, tem-se o valor da rede telefônica, a qual aumenta em demasia quando há um número elevado de usuários conectados à rede, pois um maior quantitativo de pessoas pode ser alcançado por meio dela. Dessa forma, empresas como Uber são baseadas em vastas economias de redes, e não em fluxos de caixa propriamente visto, como acontece em empresas que têm seus negócios de forma unidirecional.

Em relação aos efeitos de rede, são classificados em duas propriedades: lados e direção, podendo ser positivos do mesmo lado ou positivos do lado cruzados,

negativos do mesmo lado ou negativos de lados cruzados. Importante destacar que cada um desses efeitos necessita de um tipo diferente de coordenação feito pelo proprietário da plataforma.

Os efeitos positivos de rede do mesmo lado ou de lado cruzado tem um efeito positivo no crescimento da plataforma, quanto mais usuários estiverem participando, mais fácil e atraente será para o outro lado da plataforma entrar, conforme Tabela 01. Ao correlacionar com o carregamento de veículos elétricos, pode-se imaginar que quando houver mais motoristas de VE, mais atrativo será para um CPO se juntar a rede de carregamento.

Tabela 01: Efeitos positivos e negativos da rede.

Negativo	Adicionar usuários diminui o valor da plataforma para os usuários do mesmo lado. Por exemplo, o congestionamento nas estações de carregamento aumenta quando mais usuários de EV entram.	Adicionar usuários diminui o valor da plataforma para os usuários em lados opostos. Por exemplo, mais anunciantes na plataforma da Internet irritam os usuários
Positivo	Adicionar usuários aumenta o valor da plataforma para usuários do mesmo lado. Por exemplo, O apelo do Skype aumenta quando mais pessoas usam o Skype	Adicionar usuários aumenta o valor da plataforma para usuários do mesmo lado. Por exemplo, quanto mais proprietários de cartão de crédito houver, mais atraente será para os comerciantes aceitarem cartões de crédito
	Mesmo lado	Lados opostos

Fonte: Sadë, 2019.

Tal efeito é mais fácil de acontecer quando já existe a plataforma bem consolidada. Porém, se torna difícil para uma plataforma que esteja em processo de iniciar, uma vez que não existe nenhum lado que queira começar, logo, se tem a ausência do outro lado. Uma forma de resolver o problema é criar estratégias de algum dos lados, precificar de forma justa, sanar algum problema que possa existir no mercado e facilitar a conexão à plataforma ou usar alguma base de usuários de uma plataforma existente e adicionar uma nova funcionalidade.

Outro problema admissível de ocorrer é caso uma plataforma esteja bem consolidada no mercado e com grande margem de adeptos, isso pode ocasionar dificuldade de se estabelecer no mercado para outras plataformas concorrentes, uma vez que a outra plataforma já obteve todos os efeitos positivos da rede. Dessa forma,

confiar cegamente no número de usuários na rede não significa que a plataforma está crescendo. É importante também levar em consideração a estrutura e a conduta da rede, posto que são tão imprescindíveis quanto o número de usuários quando se quer avaliar uma plataforma.

Neste sentido, entende-se por estrutura a capacidade organizacional dos usuários na rede e os laços de interação que possuem. Considera-se que os efeitos de rede são mais expressivos quando cada novo usuário pode fazer transações com todos os outros membros da rede, contudo, em mercados com dois lados, normalmente os usuários só interagem com os usuários do mesmo lado, o que ocasiona na diminuição do número de laços e, conseqüentemente, os efeitos de rede daquele lado.

O ambiente físico também é um componente que pode prejudicar a criação dos laços de rede caso as conexões que juntam esses laços tenham ocorrido por meio de contato físico, isso faz com que os efeitos de redes deixem abranger uma área global e passe a acontecer em localmente. Nesse contexto, se os usuários preferirem usar a plataforma que as pessoas próximas a ele estão usando, independentemente do quão melhor a outra plataforma concorrente possa ser, isso pode dar uma sobrevida às plataformas de menor poderio tecnológico por um certo tempo, pois cedo ou tarde a plataforma maior iria sobrepujar a menor.

A conduta de rede é outro constituinte que pode afetar os efeitos de rede. O proprietário tem que garantir um controle, seja balanceando os preços, controlando os efeitos negativos ou a incredulidade sobre a plataforma. Enquanto os efeitos positivos fazem a plataforma crescer de forma exponencial, os efeitos negativos podem impactar de tal forma que um colapso se torna inevitável. Na perspectiva do tema abordado, desordem de publicidade, congestionamento, precariedade entre outros motivos, podem fazer o usuário diminuir a utilização da plataforma ou até trocar a plataforma por outra. Assim, o proprietário tem um papel importante na condução e no equilíbrio da plataforma, fazendo com que ela seja sempre atrativa aos seus usuários, seja por meio de incentivos, aumento nas integrações ou dando mais liberdade para os participantes da plataforma.

### 3.3 PREÇOS

O preço dentro da plataforma multifacetada é obtido de uma forma diferente do negócio em *pipeline* (nome coloquial que hoje se dá ao negócio com um só lado), e isso se dá pelo fato da plataforma agir como uma mediadora dos dois lados. O proprietário da plataforma além de tomar as decisões sobre modelo imposto, é o responsável pelo nível da precificação e coordenação da estrutura que os preços vão ser instalados e em como isso será feito de forma mais simétrica possível para ambos os lados. Monetizar uma plataforma multifacetada é algo difícil, uma vez que além de ser muito sensível, qualquer modelo de preço feito de forma impensada pode ocasionar efeitos de rede negativos e acabar limitando as atividades na plataforma.

Contudo, uma plataforma multifacetada tem que escolher um modelo de preço para cada um dos seus lados e isso, muitas vezes, acaba fazendo com que o preço se torne algo assimétrico, gerando o 'lado do subsídio', correspondente ao lado que tem um preço menor podendo até não ter custo e o 'lado do dinheiro', que é lado de maior preço e com acesso ao lado do subsídio. Este último acaba atuando como o lado lucrativo para o proprietário da plataforma, entretanto, escolher quem vai assumir tais papéis não é algo trivial e envolve várias medidas e pesos, pois isso tem uma interferência direta na forma de atrair uma grande quantidade de adotantes no lado que vai ficar como subsídio.

A sensibilidade ao preço e a presença dos usuários chaves normalmente são bastantes intuitivas. A plataforma deve cobrar um valor menor do lado que seja mais sensível ao preço ou do lado que tem uma maior chance de atrair usuários para o outro lado. Além da sensibilidade ao preço, existe a questão da cobrança da plataforma, se ela deve cobrar por uso, por acesso ou por ambos? Taxas baseadas no uso são úteis para atrair ambos os lados para a plataforma, é mais fácil participar da plataforma se apenas taxas de transações precisarem ser pagas. Por exemplo, os usuários de VEs se sentiriam mais atraídos pelas plataformas nas quais fosse preciso pagar somente quando carregassem o carro.

### 3.4 GOVERNANÇA E LIMITES

A MSP pode utilizar uma série de instrumentos estratégicos para regular as atividades entre o proprietário e os lados da plataforma, isso pode ser feito através de governança, que são ações tomadas por meio das quais o proprietário permite acesso a plataforma e com isso pode decidir o que cada lado pode fazer. Dessa forma, as decisões de governança têm que ter um equilíbrio entre regulamentação e ao mesmo tempo promover a inovação. Entre outras palavras, precisa ter regras muito rígidas que deixam a plataforma engessada não é bom pois acaba inibindo a inovação, mas também não pode permitir de tudo que saia do escopo da plataforma.

As ações mencionadas anteriormente, são aplicadas nos limites da plataforma. Em uma plataforma de software, por exemplo, existe o conceito de recursos de fronteira, que está associada às ferramentas de software e regulamentos que servem como interface para o relacionamento a distância entre o proprietário e o desenvolvedor do aplicativo. O conceito supracitado pode ser estendido também para as ações de governança, pois tem como objetivo estabilizar a relação entre o proprietário da plataforma e os usuários finais, a fim de fornecer os meios de governança para o proprietário da plataforma, bem como desenvolver a participação dos lados de forma organizada e controlada.

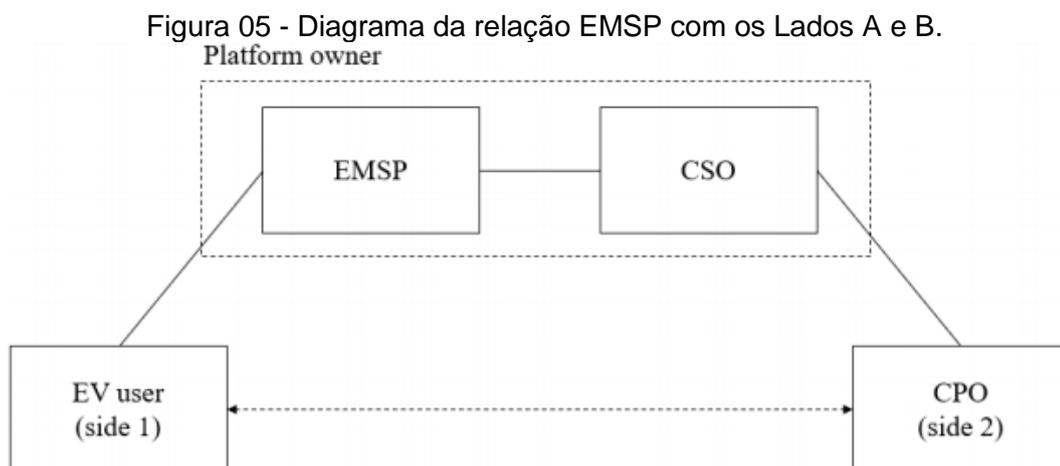
Tais recursos de limite podem estar presentes no âmbito da tecnologia, como Application Programming Interface (APIs), Software Development Kit (SDKs), mas também na esfera social, como documentações, acordos legais, ou instrumentos informativos sobre normas a serem seguidas. As interações entre proprietário e usuários finais ocorrem no limite da plataforma. Dessa forma, ao contextualizar com o tema do presente trabalho, tem-se o caso do carregamento de VE, no qual as interações entre os lados têm na essência elementos físicos, como estações de carregamento, os próprios VEs e as localizações.

### 3.5 APLICANDO PLATAFORMAS MULTIFACETADAS AO CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

As estações de carregamento de VEs inteligentes e conectadas podem operar utilizando o modelo de negócio de plataformas multifacetadas. Para isso existem dois requisitos: as plataformas permitirem a interação direta entre os seus dois lados, e

esses lados necessariamente estarem associados à plataforma. Com isso, os usuários de VE e os proprietários dos pontos de carregamento são os dois lados da plataforma.

Para que tal situação referida aconteça, os usuários de VEs são afiliados ao EMSP por meio de um contrato, passando a ter uma ligação direta de cobrança com o CPO. Em contrapartida, os CPOs são filiados aos CSOs. Com isso, o primeiro requisito de interação direta entre os dois lados é criado. Assim, cada lado está conectado a uma função diferente, o EMSP no lado dos usuários e o CSO no lado do CPO, permitindo interações entre esses lados, fazendo com que o EMSP e o CSO cumpram a função de proprietário da plataforma, conforme. Figura 05.



Fonte: Sadë, 2019.

É facilmente perceptível que quanto mais estações de carregamento, ou seja, CPOs, se juntam à plataforma, mais atrativa é a plataforma para os usuários, causando um efeito de rede positivo. No entanto, tal crescimento exponencial pode ser limitado devido a questões estruturais e locais. Na pior das hipóteses, se os efeitos forem em sua maioria locais, os usuários são mais propensos a migrar para plataformas próximas mesmo que elas não sejam as melhores. Estabelecendo a MSP ao carregamento de VE, é necessário traçar a estratégia para esse modelo, os dois principais pontos são a precificação e a governança.

A precificação tem como objetivo atrair ambos os lados o mais rápido possível, usando a precificação de forma assimétrica para os lados, escolhendo o lado do subsídio, que para um dos lados é uma chance de participar da plataforma com taxas muito baixas ou sem custo e um lado do dinheiro que deve pagar um valor maior pelo acesso.

Neste sentido, a governança tem como objetivo controlar a qualidade e o número de interações das partes, de forma que a plataforma continue atrativa para ambos os lados. Isso significa a criação e estabelecimento de regras visando controlar o acesso à plataforma e coordenar as interações entre as partes. Salienda-se que todas as decisões sobre preço e governança internos da plataforma devem partir do proprietário.

É possível compreender que atualmente há a necessidade de uma plataforma multifacetada que possa atender as necessidades de ambos os lados de uma EMSP, ou seja, uma plataforma que seja capaz de gerenciar, organizar e prover todas as informações, como locais de carregamento, modelos de carregadores, preço e distância a percorrer.

Outro ponto importante se refere a uma interface que tenha de conter diversas informações a respeito dos usuários das extremidades e que possibilite o armazenamento, processamento e unificação desses dados, de maneira que seja possível liberá-los de forma fácil para os usuários. Vale ressaltar que ambos os lados podem ser totalmente distintos, necessitando de sistemas diferentes para cada um deles. Entretanto, por trás, tais sistemas podem se comunicar e trocar informações de forma síncrona e ordenada.

Nesse sentido, em relação ao contexto do presente trabalho, se o usuário de um VE está apto a utilizar o serviço de carregamento e existir algum local de carregamento próximo ou no percurso do seu destino, todas as funcionalidades precisam que exista um sistema de comunicação que faça todo esse fluxo de informação ser executado por meio de um protocolo aberto. Caso a plataforma opte por praticar o multihoming, se faz necessário um terceiro sistema que possa interligar dois pontos de carregamentos diferentes e independentemente, a depender de qual plano ou plataforma o usuário do VE esteja contratando, podendo assim carregá-lo de forma que não gere problemas ou inconsistências.

Além do sistema supracitado, atualmente se faz necessário que o sistema possa lidar com toda a massa de dados, uma vez que são importantes para gerenciar e aplicar a governança de forma equilibrada entre os dois lados. Assim, informações de onde ocorre o maior fluxo de carregamento, quais os locais que podem apresentar falhas, se o sistema de energia está com sobrecarga ou com alguma tensão baixa na rede elétrica, são essenciais para gerir e controlar o sistema pela massa de dados.

Dessa forma, há a necessidade de que o sistema consiga suprir toda essa necessidade de informações e, em conjunto, coordene as ideias de governança para que possa prover um EMSP que seja capaz de atender todas as necessidades de um mercado de veículos elétricos que está cada vez mais em expansão e desenvolvimento.



# 4

## CARACTERÍSTICAS DA MOBILIDADE ELÉTRICA NO BRASIL

## 4 CARACTERÍSTICAS DA MOBILIDADE ELÉTRICA NO BRASIL

O capítulo 2 tratou de alguns dos principais aspectos do novo ecossistema de mobilidade elétrica, tais como os veículos elétricos, os tipos de carregadores. O capítulo 3 buscou apresentar alguns dos principais elementos das chamadas plataformas multifacetadas.

O presente capítulo, concentra sua atenção no atual estágio da mobilidade elétrica no Brasil, e uma projeção de como potencialmente ele estará no futuro. Para tal, será realizado um recorte da mobilidade elétrica do ano de 2020 até o ano de 2030, trazendo dados sobre os postos de recargas, projeções de veículos elétricos ao longo dos anos e formas de melhorar e desenvolver o setor elétrico como um todo no Brasil. Essas projeções são bastante influenciadas pelos impactos momentâneos da pandemia mundial ocasionada pela pandemia da Covid-19 no setor econômico.

### 4.1 ATUAL ESTADO DA MOBILIDADE ELÉTRICA NO BRASIL

O Brasil sempre esteve entre os maiores produtores de veículos automotores do mundo, com um mercado consumidor altamente impactante. Segundo o 1º Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica (PNME, 2020), o país ocupava em 2019 a sexta colocação com vendas ou registros de veículos novos, com 2.787.850 milhões de veículos, como mostra a tabela 02. Dessa forma, pode-se ter a concepção que o Brasil tem grande potencial no mercado de veículos.

Tabela 02 - Taxa de motorização por país selecionado

Posição no Ranking Mundial	País	Taxa de Motorização/ 1.000 habitantes
2º	Estados Unidos	821
15º	Japão	609
16º	França	598
19º	Alemanha	593
21º	Reino Unido	587
42º	Coreia do Sul	417
51º	Rússia	358
55º	Argentina	316
57º	México	294
62º	Chile	248
71º	Brasil	206
78º	África do Sul	176

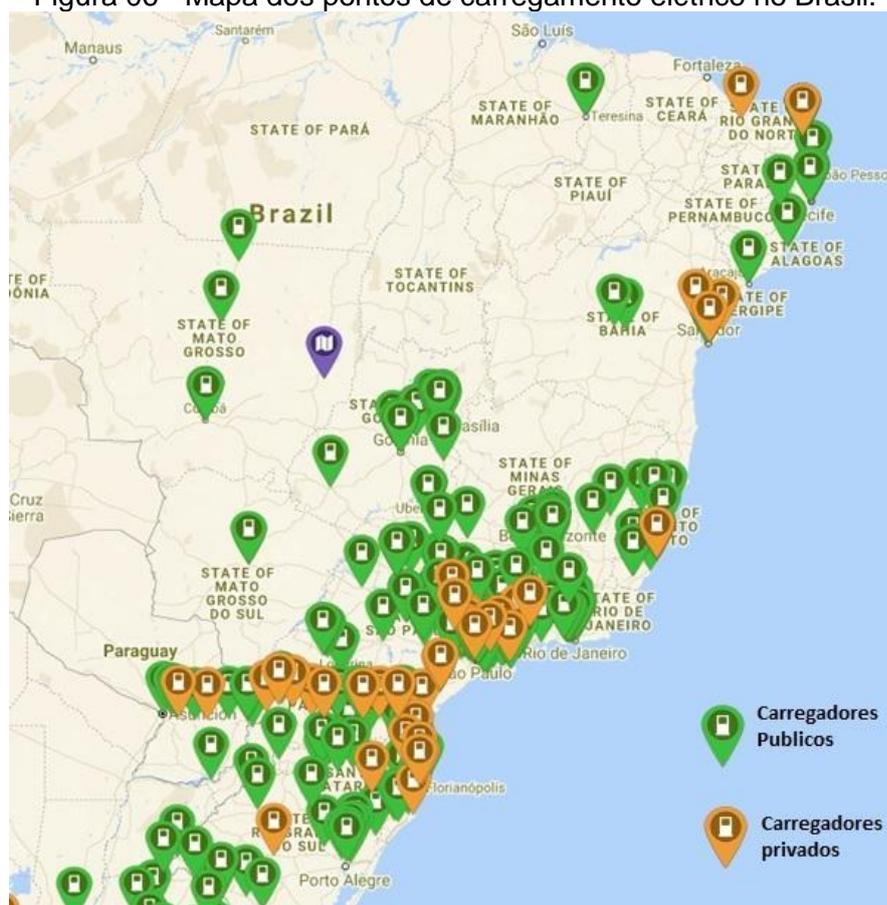
Fonte: PNME, 2020.

Se for adicionado o fator de que o Brasil tem uma taxa de motorização baixa em comparação aos outros países, o cenário torna-se ainda mais atrativo para o desenvolvimento de veículos elétricos. Para que isso seja possível, seria necessária uma cooperação entre diferentes atores, como o poder público e empresas do setor de energia, montadoras, entre outros, criando assim um Ecossistema de Inovação. Dentro desse Ecossistema, do ponto de vista da mobilidade elétrica, tem-se na Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) uma das principais impulsionadoras de projetos no âmbito do desenvolvimento da mobilidade elétrica, com cerca de 65% dos aportes feitos em projetos voltados a mobilidade elétrica. (PNME, 2020).

Nesta perspectiva, há a necessidade de modernizar o transporte de veículos, sejam estes veículos leves ou pesados. Contudo, somente a modernização dos veículos por si só não solucionaria ou alavancaria o setor de mobilidade elétrica, uma vez que também é necessário maior desenvolvimento na esfera público-privada, com novos modelos de negócios. Sobre isso, tem-se, por exemplo, as plataformas multifacetadas que podem por meio das próprias governanças e controle oferecer à população brasileira um serviço de qualidade, sustentável e mais conectado às novas tecnologias da informação e da comunicação.

Apesar de ainda estar em um estado inicial, o número de licenciamento de veículos elétricos no Brasil aumentou de 3.481 mil veículos em 2018 para 11.205 mil em 2019 (PNME, 2020). Embora seja um aumento considerável em comparação com 2018, o país sofre com um problema de balanceamento dos veículos elétricos, onde a maioria se concentra no eixo sul-sudeste do país, e isso é bastante visível quando se analisa a distribuição de carregadores elétricos, conforme.

Figura 06 - Mapa dos pontos de carregamento elétrico no Brasil.



Fonte: Plugshare, 2021, modificado pelo autor, 2021.

Há uma clara necessidade de uma evolução do ecossistema da mobilidade elétrica no Brasil, e para que isso possa ocorrer de forma mais uniforme possível, é necessário que ocorra a cooperação de 3 componentes principais: Setor elétrico, Agências Regulatórias e Startups. Dentro do setor elétrico, estão as empresas que têm atuado em maior quantidade no âmbito da mobilidade elétrica no Brasil, tendo como principal função a de provedora da energia elétrica, além de criar ou ajudar no desenvolvimento de projetos em tecnologias para os veículos elétricos, suas aplicações e os efeitos. Pode-se citar ainda outro destaque importante, o de prover infraestrutura de recarga e dos novos modelos de negócios que podem surgir com o avanço da tecnologia.

Já as agências regulatórias têm, por atribuição, que fornecer meios, tais como políticas fiscais e regulamentações, de forma a garantir condições para que sejam cumpridas as metas estabelecidas. As agências podem atuar em nível federal, estadual e municipal de forma independente. Um bom exemplo da atuação das agências regulatórias é na eliminação de impostos de importação que deixam de ser

cobrados para os veículos elétricos híbridos ou na criação do programa Rota 2030 (PNME, 2020).

As startups, por outro lado, são compostas essencialmente por empresas que estão diretamente focadas em trazer inovações como provedoras de novas tecnologias e de modelo de negócios. Conseguem dentro desse ambiente, desenvolver plataformas digitais voltadas para o sistema de mobilidade elétrica e, paralelamente a esse desenvolvimento, são propulsoras de novos modelos de negócios que proveem novos serviços de mobilidade, podendo servir até de ponte entre o setor elétrico e as montadoras.

Em meados dos anos 2010, começou a ter início uma série de projetos-piloto com o intuito de desenvolver questões acerca da mobilidade elétrica no Brasil. Desde então, tais projetos conseguiram reunir diversos atores, como montadoras, empresas de tecnologia, startups, distribuidoras de energia elétrica e empresas de infraestrutura de recarga e eletropostos.

Dentre esses projetos, pode-se destacar o projeto Ecoelétrico Curitiba, devido à sua proposta de criação de um provedor de serviço de eletro mobilidade (EMSP) no Estado do Paraná, que teve como atores envolvidos a Itaipu Binacional, Prefeitura de Curitiba, Aliança Renault-Nissan e Centre of Engineering and Product Development (CEiiA). O projeto mencionado tinha como objetivo a criação de uma rede de mobilidade inteligente, conectada, integrada e sustentável, focada na gestão de estações de recarga de veículos elétricos e na implementação de um sistema de compartilhamento de carros (PNME, 2020).

A parceria entre a distribuidora de energia elétrica do Espírito Santo, a EDP, e a Federação das Indústrias do Espírito Santo (FINDES), por meio do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), inauguraram em 2019 outro projeto que também teve como enfoque no modelo de negócio de plataformas multifacetadas, que resultou na maior rede de postos de recarga do estado do Espírito Santo. O projeto tinha como foco a instalação de sete postos de recarga em alguns municípios do Estado do Espírito Santo, e que permitissem o abastecimento de veículos elétricos utilizando o modelo de recarga semirrápida e em locais públicos. Para isso, foi feito um investimento inicial de R \$350 mil; contudo, os usuários não seriam cobrados pela recarga dos veículos e seria necessário somente um cadastro na rede e um cartão fornecido pela EDP (PNME, 2020).

## 4.2 O FUTURO DA MOBILIDADE ELÉTRICA NO BRASIL

Todos os projetos e iniciativas mencionados anteriormente têm como objetivo atrair e desenvolver a mobilidade elétrica em um determinado local, pois ainda existe um mercado pouco desenvolvido e com grandes capacidades de retorno. Esse é um dos principais desafios para a mobilidade elétrica no Brasil, o que esperar para o futuro e quais marcas podem ser alcançadas em relação ao mercado.

Além do supracitado, a criação de uma visão do futuro, tendo como tarefa a criação de um roteiro/itinerário para que possa ser desenvolvido um planejamento do setor, abordando pontos como os impactos desse desenvolvimento, quais investimentos e ações serão tomados, e o que esperar em cenários mais conservadores, moderados e agressivos, é pré-requisito para o desenvolvimento do setor no Brasil.

As projeções para um cenário conservador partem de uma situação economicamente desfavorável, boa parte decorrente da pandemia da COVID 19, onde muitas vezes acaba por desconsiderar políticas de incentivo ou benefícios que poderiam agilizar o desenvolvimento para uma métrica em 2030. Já o cenário moderado, considera os aspectos relacionados aos incentivos, regulamentações e a remoção de subsídios voltados para a mobilidade elétrica, que ficaram estagnados igualmente aos cenários conservadores, porém, acreditando que haverá uma forte recuperação econômica muito semelhante ao ocorrido no período de 2010-2020. Tal situação reflete diretamente na captação de receita e no aumento da demanda de veículos elétricos nos anos seguintes.

Por último, o cenário agressivo assume que existirá uma condição econômica totalmente estável e favorável, com um crescimento econômico de forma geral e que todas as políticas direcionadas à mobilidade elétrica serão impostas com o intuito de facilitar a aquisição, quanto a oferta, a fim de melhorar as atividades empreendedoras como um todo na mobilidade elétrica.

A partir desses cenários o 1º Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica foca sua atenção nos veículos de passageiros leves, tanto elétricos quanto híbridos plug-in. Essa segregação se deve às divergências nos dados apresentados, referentes aos tipos de sistema de propulsão analisados. Importante salientar que o tratamento do Anuário teve como meta o ano de 2030. Dentro do cenário conservador, existe um

aumento quase insignificante dos veículos elétricos e híbridos na mobilidade em âmbito nacional.

Segundo o 1º Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica, haverá um aumento de 0,50% para os híbridos e 0,10% para os veículos elétricos (PNME, 2020). O número pequeno se deve ao fato de que esses carros são de um mercado específico de usuários que estão alinhados com as novas tecnologias de eletrificação, com a remoção dos incentivos e, conseqüentemente, o aumento nos preços, o que torna a procura baixa, acarretando prejuízos.

No cenário moderado, o crescimento apontado foi de 5% para os híbridos, e 3% para os elétricos. Esta diferença de 2% tem por razão a maior atratividade da tecnologia usada nos híbridos, que para o contexto do Brasil, é mais chamativa por usar um sistema que também englobam os biocombustíveis (PNME, 2020).

No cenário agressivo, é possível notar uma inversão na taxa de crescimento entre os híbridos e os elétricos, a estimativa é que de toda a frota, 15% são referentes a esse tipo de veículo, um aumento de 10% em comparação com o cenário moderado.

A comparação é ainda maior quando se observa a relação com os elétricos que, possivelmente, atingirá em 2030 uma porcentagem em torno de 20% de toda a frota (PNME, 2020). A explicação para esse salto com relação aos híbridos e aos outros dois cenários, é de que existirá um avanço tecnológico muito grande na autonomia dos veículos, seja através do aumento da capacidade da bateria ou diminuição do consumo dos veículos, tornando-os mais atraentes e competitivos aos olhos do consumidor.

Outro ponto que influencia bastante para o desenvolvimento da mobilidade elétrica e nas vendas dos veículos elétricos, é a infraestrutura das estações de recarga. Nesta análise, é considerada a estação de recarga toda, e qualquer ponto de abastecimento público ou privado, excluindo os privados residenciais dado que praticamente todos os veículos elétricos nesta modalidade dispõem de um carregador próprio na residência. Salienta-se que atualmente o Brasil conta com pouco mais de 400 unidades de eletropostos espalhados.

Quando o cenário conservador é tratado, pode-se notar um aumento de aproximadamente três vezes mais, saindo de pouco mais de 400 para 1500 unidades de eletropostos em comparação a 2020. Contudo, esse crescimento pode representar um número bastante insignificante quando comparado ao cenário moderado que

somente em 2025 atingiu a marca de 3.250 eletropostos. Porém, considerando o último ano citado, é possível que o número de eletropostos sofrerá um aumento, alcançando em torno de 31 mil unidades pelo Brasil (PNME, 2020). Ressalta-se que é um aumento de quase dez vezes em relação a 2050, o que provavelmente deve ocorrer devido à forte demanda de postos pelo crescimento dos veículos elétricos, principalmente os totalmente elétricos (PNME, 2020)

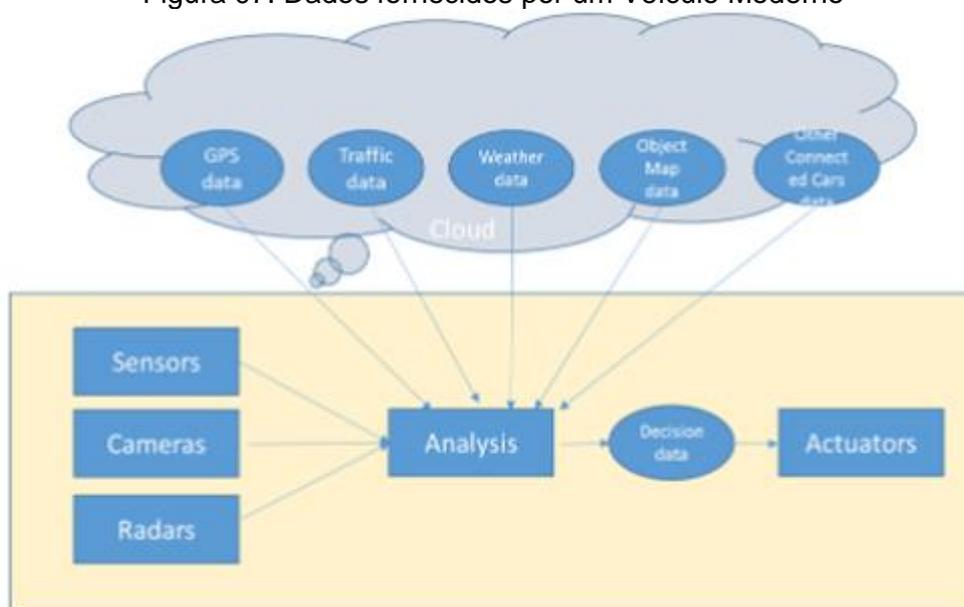
Por último, na perspectiva agressiva, tem-se que pode ocorrer um crescimento maior em 2025 do que em todo o cenário moderado, alcançando um nível com cerca de 35 mil eletropostos e após isso, haverá um enorme salto onde serão adicionados mais 65 mil eletropostos, chegando a aproximadamente 100 mil, número bastante acima de qualquer outra previsão (PNME, 2020).

### 4.3 OS DESAFIOS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA MOBILIDADE ELÉTRICA

Ao contrário dos veículos elétricos mais antigos, os carros elétricos mais novos são equipados com computadores, conexões sem fio e diversos tipos de sensores que monitoram todo o veículo e transmitem informações, como por exemplo as principais rotas, os postos de recargar, autonomia da bateria, velocidade e outras diversas quantidade de dados que são acessíveis e podem ser utilizados em prol do proprietário do veículo.

Com toda essa quantidade massiva de dados, existem várias formas de usar tais informações para projetar um sistema capaz de auxiliar os usuários no seu dia a dia, assim como ilustrado na Figura 07 abaixo.

Figura 07: Dados fornecidos por um Veículo Moderno



Fonte: Karki, 2020.

Dessa forma, combinar grande quantitativo de dados a um sistema EMSP pode aumentar muito o valor da ferramenta para o usuário. Sobre isso, tem-se os carros como o Volt da Chevrolet, que vem com o sistema OnStar, o qual permite a transmissão de dados diretamente do drive por meio de uma conexão com a internet. Tal aspecto gerou uma competição online, onde os motoristas disponibilizavam seus dados de consumo de bateria para medir quem tinha um consumo menor.

Assim, um sistema EMSP além de poder criar uma sessão de gamificação usando dados, também apresenta a possibilidade de ter atividades relacionadas,

como a de concursos que geram premiação ou algum tipo de bônus para os usuários do sistema que apresentarem melhor autonomia.

Outra possibilidade é fazer uma análise dados de localização, destino, frequência de recarga e o principal tipo de carregador que o usuário costuma usar. Tal conjuntura é possível dentro do próprio sistema, utilizando algoritmos de rotas, algo bastante comum atualmente, visto que busca construir uma rota onde possa ter um maior tempo de estrada somado ao ponto de recargar mais próximo e que tenha o determinado tipo de carregador que o usuário possa preferir.

Além disso, toda essa massa de dados pode ser combinada com técnicas de inteligência artificial, como para predizer em qual parte do percurso da semana será necessário abastecer. Integrado a um sistema EMSP, pode criar uma reserva de carregador ou informar dentro da necessidade de carregar, qual posto de carregamento está livre.

As possibilidades de interações dos dados que são produzidos pelos veículos elétricos modernos e o sistema é bastante vasto, partindo desde a uma feature de gamificação até uma reserva em um determinado posto baseado na predição feita por uma IA. A tecnologia para desenvolver sistemas de informação robustos já está presente e é bastante acessível, necessitando apenas de um olhar mais amplo para as possibilidades que o surgimento desse nosso sistema fornece.

## CONCLUSÃO

Como foi possível observar ao longo deste trabalho, um novo ecossistema de mobilidade elétrica está emergindo no mundo. Dada sua complexidade, procurou-se focar aqui em algumas das características dos seus componentes centrais, tais como o veículo elétrico, a infraestrutura de carregamento das baterias desses veículos, e funcionalidades das redes de carregamento.

Apesar da importância isolada de cada um desses componentes, o que tem conquistado interesse na literatura é a forma como esse ecossistema tem se estruturado. E neste aspecto é importante destacar a utilização das estruturas em plataformas multifacetadas (multi-sided platforms – MSP em inglês), que ganharam visibilidade a partir das companhias tecnológicas da era digital.

Entretanto, no que diz respeito à sua arquitetura e forma de gestão, é importante dar destaque às possibilidades de processamento de informações entre aqueles componentes, de forma que seja possível criar sistema capazes de fornecer informações de maneira mais eficiente, melhorando a qualidade da relação com usuários finais ou distribuidores.

Infelizmente ainda muito pouco é conhecido sobre a efetiva estrutura e a dinâmica operacional de tais plataformas multifacetadas no seu emprego em ecossistemas de mobilidade elétrica. Mas ao invés disto se constituir um problema, na verdade tal questão se apresenta como uma avenida de oportunidades para aprimoramento dos meios de transporte, para atenuação das mudanças climáticas, e, acima de tudo, para um aumento do bem-estar dos usuários finais.

Finalmente, como também foi possível apontar no trabalho, as perspectivas de crescimento do ecossistema da mobilidade elétrica no Brasil, como um todo, são alvissareiras, mas dependem de diversos fatores. Questões econômicas, redução da crise causada pela pandemia da COVID 19, atuações políticas de melhorias fiscais e projetos de P&D, dentre outras, ainda são necessárias para o desenvolvimento desse no país.

Em resumo, apesar dos desafios enfrentados no desenvolvimento do presente trabalho (particularmente pela infância do segmento econômico tratado), é importante apontar que em termos de trabalhos futuros, seria importante pesquisar como se manifestam nesse novo ecossistema de mobilidade elétrica os fluxos energéticos, os fluxos de serviços, os fluxos de materiais, os fluxos de informação, e, acima de tudo

os fluxos econômicos (de custos e receitas), questões cruciais para o bom desempenho dos sistemas de informações.

## BIBLIOGRAFIA

ABVE. Associação Brasileira do veículo elétrico. **Prefeito assina lei que apoia carro elétrico em SP**. 2021. Disponível em: <<http://www.abve.org.br/legislacao/>>. Acessado em: 05 julho 2021.

CUSUMANO, Michael A; YOFFIE, David B.; GAWER, Annabelle. **The Future of Plataforms**. Fevereiro, 2020. Disponível em: <<https://sloanreview.mit.edu/article/the-future-of-platforms>> Acessado em: 10 julho 2021.

IEA. Internacional energy agency. **Global EV Outlook 2020: Entering the decade of electric drive**. Junho, 2020. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>>. Acessado em: 03 agosto 2021.

IEA. Internacional energy agency. **World Energy Investment**. Maio, 2020. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2020>>. Acessado em: 22 março 2021.

IEA. Internacional energy agency. **Energy Technology Perspectives**. Setembro, 2020. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020>>. Acessado em: 27 março 2021.

KARKI, Bipin. **Big Data and Analytics in Tesla Inc**. 2020. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/big-data-analytics-tesla-inc-bipin-karki/>>. Acessado em: 30 agosto 2021.

PLUGSHARE. **EV Charging Station Map**. 2020. Disponível em: <<https://www.plugshare.com/>>. Acessado em: 01 agosto 2021.

PNME. Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica. **1 Anuário Brasileiro de Mobilidade Elétrica**. 2020. Disponível em: <<https://www.pnme.org.br/biblioteca/1o-anuario-brasileiro-da-mobilidade-eletrica/>> Acessado em: 18 agosto 2021.

SÄDE, Matilda. **Multi-sided platform development: Strategies for electric vehicle charging networks**. Master's Programme in Industrial Engineering and Management. Aalto University, School of Science. Abril, 2019. Disponível em: <[https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/37916/master\\_Säde\\_Matilda\\_2019.pdf](https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/37916/master_Säde_Matilda_2019.pdf)>. Acessado em: 15 junho 2021.