

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Chloé Laclau Frajhof

1810599

**A transição da indústria automobilística para
a energia de baixo carbono**

Monografia de Final de Curso

Faculdade de Economia

Orietador: Sergio Besserman

Rio de Janeiro
Novembro de 2021

Chloé Laclau Frajhof
Matrícula: 1810599

Orientador: Sergio Besserman

Rio de Janeiro
Novembro de 2021

Declaro que o presente trabalho é da minha autoria e que não recorri, para realizá-lo, a nenhuma forma de ajuda externa exceto quando autorizado pelo professor tutor.

As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva da autora.

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a meus pais, Christiane e Leonardo, os grandes responsáveis por quem eu me tornei, tanto academicamente, quanto pessoalmente. Indubitavelmente, sem o seu amor, confiança, esforço, apoio e dedicação, não estaria onde estou hoje. E ao Bento, presente que ganhei em 2021 e mudou minha vida por inteiro.

À minha avó Cacá, que independente das dificuldades, sempre esteve ao meu lado, transmitindo um amor incondicional e aprendizados diversos, apesar de não estar mais aqui, estamos sempre conectadas.

Não poderia deixar de agradecer meus irmãos, Nicolas e Isabella, que sempre foram inspirações e pessoas em quem me espelhei ao longo da vida. Ambos são sinônimos de bom coração, foco e determinação.

Destaco a importância dos amigos, pessoas especiais que fiz ao longo da faculdade e pretendo ter ao meu lado pelo resto da vida; Alvaro, Prates, Bia, Adinha, Gabi, Lu, Isadora, Juliana, Gustavo, Lenz, Lucas, Manu, Nic, Pedro, Torres, Pimenta e Tom. Além de alegrarem meu dia a dia e tornarem essa trajetória mais leve, me ensinaram o que é excelência acadêmica. Especialmente ao André, que tive o prazer de cruzar durante a faculdade e se mostrou uma peça fundamental em minha vida, que também esteve ao meu lado ao longo toda a confecção deste trabalho, me dando apoio e sugestões.

Por fim, gostaria de agradecer meu orientador, Sergio Besserman. Suas aulas me despertaram um enorme interesse pela economia sustentável e me incentivaram escrever essa Monografia sobre carros elétricos.

Sumário

1. Introdução	7
2. Motivação	9
3. Setor Automotivo para a Transição de uma Economia de Baixo Carbono	10
3.1 Acordo de Paris	10
3.2 <i>Net Zero Emissions</i>	11
3.3 Setor Automobilístico	14
3.4 Desafios dos Carros Elétricos	16
3.5 Postos de carregamento	19
4. A Evolução dos Carros Elétricos dentro do Setor Automobilístico	21
4.1 A História dos Carros Elétricos	21
4.2 A Companhia <i>Tesla Motors</i>	22
4.3 Carros Elétricos na Atualidade	25
4.4 <i>VE vs ICE</i>	28
5. Iniciativas Fomentadoras para a Eletrificação do Setor Automobilístico	30
5.1 Incentivos Governamentais	30
5.2 Incentivos Privados.	35
6. Aspectos Econômicos dos Veículos Elétricos	38
7. Conclusão	45
8. Referências bibliográficas	46

Lista de Figuras

Figura 1 - Emissões de gases efeito estufa por setor	13
Figura 2 - Percentual de Carros Elétricos no total de vendas de automóveis	16
Figura 3 - Parcela da Tesla no Mercado de Carros Elétricos.	23
Figura 4 - Ações globais de veículos elétricos por região (2010-2020)	26
Figura 5 – Emissões de CO2 embutidas no comércio global	31
Figura 6 – Modelos de Carros Elétricos devem triplicar na Europa em 2021	32
Figura 7 - Caminho possível para os veículos elétricos de passageiros se alinharem com o objetivo de 1,5°C	40
Figura 8 - Adoção Curva S	40
Figura 9 - Demanda de petróleo do transporte rodoviário por cenário.	42
Figura 10 - Custos de Manutenção nas primeiras 100.000 milhas	43

1 Introdução

A transição para uma economia de baixo carbono possui o objetivo de mitigar os efeitos adversos do aquecimento global e seus impactos sobre o meio ambiente, a partir do incremento na utilização de energias limpas e a redução na emissão de gases do efeito estufa. A emissão de gases do efeito estufa e o crescimento desenfreado da economia chegaram a um patamar no qual mudanças são imperativas. Estamos enfrentando consequências negativas do aquecimento global que podem ser irreversíveis no médio prazo, caso não encontremos uma solução efetiva para a problemática da crise ecológica. O objetivo principal é conquistar uma maior eficiência produtiva e energética. Para isso, é imprescindível promover a inovação de processos produtivos, avanço nas tecnologias que são capazes de capturar carbono, impulsionar a competitividade de empresas nesse ramo, como também possibilitar a renovabilidade da matriz energética.

Dito isso, ainda que a indústria de transportes seja um dos setores mais responsáveis pelo incremento da emissão dos gases do efeito estufa ao longo dos anos, ela possui uma capacidade bastante significativa de adotar a economia de baixo carbono, visto que está se voltando para a produção em massa de carros elétricos. Segundo o relatório publicado pela Bloomberg New Energy Finance (BNEF), há uma grande probabilidade de ocorrer uma conversão de 2 milhões para 56 milhões de unidades de carros elétricos até 2040, constituindo, portanto, mais da metade da frota de veículos mundial. Esse estudo afirma que as vendas de carros movidos à combustível fóssil serão representadas por uma queda de aproximadamente 50% em duas décadas. Vale ressaltar que, apesar de até 2040 experienciar um aumento na frota global de carros (tanto elétricos quanto movidos à gasolina), o aumento relevante da parcela de carros movidos a energia nas ruas será capaz de reduzir a emissão de gases que são responsáveis pelo aquecimento global.

A partir dessa Monografia irei analisar o crescimento relevante da introdução de carros elétricos na indústria automobilística, tomando como exemplo a Tesla

Motors, empresa que vem demonstrando considerável ganho em seu *market share* (participação de mercado no setor). A montadora se tornou em 2020 a empresa do setor com o maior valor de mercado, ultrapassando, portanto, marcas tradicionais como Toyota, Ford, GM Motors, entre outras. Além disso, iremos analisar nessa Monografia a receptividade e a confiança do mercado para a transição de carros movidos por eletricidade, assim como os obstáculos que acabam por impossibilitar essa mudança de forma imediata.

2 Motivação

Minha motivação para a escolha desse tema veio do significativo crescimento das ações da Tesla, que se transformou na empresa automobilística mais valiosa do mundo em valor de mercado (em janeiro de 2021 passou a valer U\$\$800 bilhões de dólares, superando até mesmo o *Facebook*). Suas ações encontram-se em patamares mais elevados que a junção da General Motors, Ford, Fiat, Chrysler e Toyota, no entanto, a Tesla produz uma parcela consideravelmente inferior de carros que suas rivais. Vale ressaltar que a evolução no preço de suas ações poderia ser observada como um dos melhores desempenhos tanto em 2020, incremento de 743%, quanto em 2021, do S&P (Standard & Poor's 500), índice composto por 500 ativos cotados na *NYSE* ou *Nasdaq*.

A valorização das ações da Tesla se deve ao fato de que os investidores possuem uma percepção extremamente otimista sobre a capacidade da empresa prosseguir com um rápido crescimento, como também no potencial de ampliação do *market share* no mercado de carros elétricos. Dessa forma, o mercado é esperançoso quanto a possibilidade de a Tesla tornar-se a maior montadora do setor, competindo, portanto, com empresas de carros movidos à combustível. A fim de exemplificação, a grande escalada no preço decorre do aumento de vendas dos carros elétricos, suprido pelo aumento de demanda na China, como também na confiança do mercado no desenvolvimento de softwares de direção autônoma e no barateamento de baterias elétricas.

Todavia, devido a grande ascensão nos preços das ações, certos especialistas afirmam que a empresa está supervalorizada. Cito como exemplo um estudo recente realizado pelo banco americano JP Morgan. Ou seja, o que temos é uma empresa com extremo potencial de crescimento, mas que viu suas ações valorizarem de tal modo, que especialistas do mercado financeiro ao redor do mundo a consideram como um ativo sobrevalorizado, o que torna a discussão ainda mais interessante. Entretanto, faço a ressalva que apesar da motivação ser a Tesla, o foco do trabalho não será focar na empresa isoladamente, e sim, no setor automobilístico como um todo.

3 Relevância do Setor Automotivo para a Transição de uma Economia de Baixo Carbono

3.1 Acordo de Paris

Ao tratarmos do aquecimento global e da emissão de gases do efeito estufa, é imprescindível abordar o Acordo de Paris. Tal documento é um tratado ambiental que foi iniciado em 2016 durante a COP 21 (21ª Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas), e possui como intuito reduzir o aquecimento global e suas implicações catastróficas.

O Acordo de Paris, compromisso firmado por 195 países, possui como pilar fundamental limitar o aumento anual da temperatura global a 2°C quando comparado à temperatura média pré-industrial e, em um esforço adicional, buscar iniciativas para atingir a meta de 1,5°C (United Nations, 2020). Para além disso, aborda também temas como a promoção do desenvolvimento tecnológico que possibilita o cumprimento das metas propostas através da maior capacidade do sistema produtivo na adaptação de mudanças climáticas, além de limitar a quantidade de gases de efeito estufa emitidos pela atividade humana aos mesmos níveis que as árvores, o solo e os oceanos podem absorver naturalmente. Ademais, o tratado possui o anseio de que os países ricos ajudem as nações mais pobres, fornecendo, portanto, "financiamento climático" para que estes se adaptem às mudanças climáticas e possam, gradualmente, mudar sua matriz energética para a energia renovável. Em essência, a cada cinco anos cada nação deve relatar como está reduzindo sua pegada de carbono e as ações que estão sendo tomadas para evitar o aumento da temperatura global.

Em suma, o propósito principal do Acordo de Paris é diminuir as emissões de gases de efeito estufa (GHG) tanto quanto possível, mas também compensar quaisquer emissões restantes, removendo, portanto, o dióxido de carbono e outros gases prejudiciais ao meio ambiente da atmosfera, usando processos naturais ou artificiais.

3.2 Net Zero Emissions

A população mundial ao decorrer das décadas, vem conquistando uma maior consciência ambiental, como também busca alternativas diversas para controlar os danos resultantes do crescimento acelerado, que conseqüentemente se mostra uma maneira extremamente relevante para combater à emissão exagerada dos *greenhouse gases* (gases do efeito estufa). Certamente o Acordo de Paris é um dos caminhos mais efetivos para caminharmos a uma economia sustentável, visto que o mesmo visa fortalecer a resposta global à ameaça das mudanças climáticas, no contexto do desenvolvimento sustentável. (Giorgio Casula, 2016)

Podemos observar um crescimento de promessas (como tratados ambientais firmados por exemplo na COP-26) feitas pelos países ao redor do mundo para atingir as emissões líquidas em patamares próximos a zero, porém esses compromissos, mesmo se plenamente cumpridos, continuam aquém para levar as emissões líquidas a zero até 2050, portanto, podemos observar certos obstáculos para atingirmos o objetivo de limitar o aumento da temperatura global em 1,5°C (Internacional Energy Agency, 2021). Isto é, até 2035 devemos implementar a suspensão nas vendas de carros movidos à combustível e até 2040 eliminar o uso de todas as usinas de carvão e petróleo. Logo é imprescindível a implementação de todas as tecnologias de energia limpa disponíveis, como os veículos elétricos, para atingirmos o propósito de cumprir o tratado proposto pelo Acordo de Paris. Por fim, segundo o artigo “Net Zero by 2050” da IEA, um dos fatores fundamentais para conquistar o zero líquido é a queda relevante do uso de petróleo, gás e carvão.

É notório que devemos prevenir interferências antropogênicas perigosas, para assim controlarmos as emissões de gases do efeito estufa dentro de limites seguros. Apesar de ao longo dos últimos anos instituições governamentais estarem tomando medidas necessárias para conter o avanço do aquecimento global a partir de tratados como o Acordo de Paris, é evidente que os movimentos propostos ainda não são suficientes para contermos conseqüências dramáticas

para o meio ambiente. Segundo o estudo realizado pelo IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) em 2018, foi analisado que a fim de manter a temperatura global em níveis praticáveis, é primordial que a emissão líquida de gases do efeito estufa tendam a zero.

Portanto, visto que o planeta Terra já reage significativamente a pequenas mudanças na quantidade de CO₂, metano e outros gases de efeito estufa na atmosfera, as emissões desses gases devem ser reduzidas até que todo o sistema esteja novamente em equilíbrio, logo, o intuito é balancear as emissões de gases de efeito estufa (GHG) produzidas e as emissões que são retiradas da atmosfera (IPCC, 2020). Ou seja, é preciso estabelecer um orçamento de emissões que o mundo não deve exceder e desenvolver tecnologias capazes de permitir com que os diferentes setores da economia se voltem para a política de baixo carbono, caminhando, portanto, o nível de emissão de GHG para zero, e na metade do século buscarmos emissões negativas a partir de tecnologias de baixo carbono.

Logo, devemos aprimorar as energias renováveis, aperfeiçoar medidas de substituições de combustíveis (principalmente no setor de transportes), como também melhorar a eficiência da produção de alimentos. Possuímos o complexo obstáculo de assim que pararmos de emitir gases do efeito estufa, ainda precisaremos enfrentar todas as emissões acumuladas que já foram lançadas na atmosfera ao longo dos anos. Por fim, para atingirmos o desafio de *net zero emissions*, é essencial manter os patamares de emissão de gases do efeito estufa extremamente baixos. Dessa forma, é fundamental eliminarmos a utilização de combustíveis fósseis e realizar a transição para a energia renovável.

Em essência, temos observado uma parcela relevante de países que estão se comprometendo a levar as emissões dos gases do efeito estufa para zero até meados do século. No entanto, existe o agravante de que as emissões de GHG estão crescendo no setor de transporte (Dan Sperling et al., 2002), e como podemos observar no gráfico abaixo, é um dos setores mais responsáveis pela emissão de gases do efeito estufa. Ou seja, é fundamental nos empenharmos para transformarmos com certa urgência o setor de transportes para uma economia sustentável e de baixo carbono.

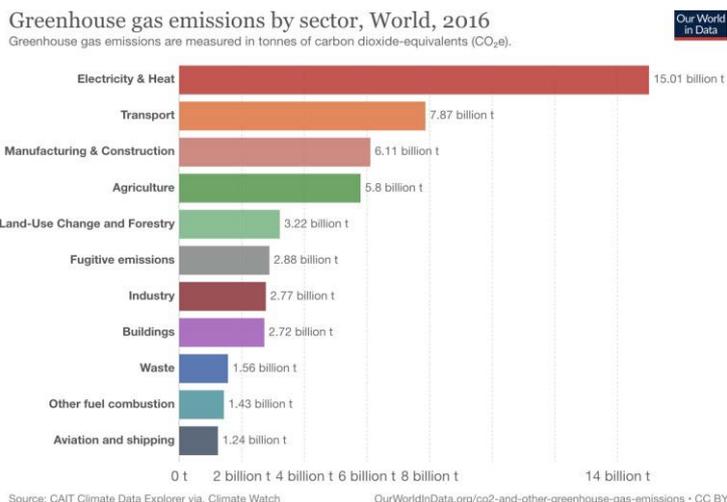


Figura 1 - "Emissões de gases efeito estufa por setor" (Our World in Data, 2016)

Vale ressaltar que, em novembro de 2021, na COP-26 que ocorreu em Glasgow, 30 países concordaram em trabalhar juntos para tornar os veículos com emissão zero o novo normal, tornando-os acessíveis, baratos e sustentáveis em todas as regiões até 2030 ou antes. Diversos mercados emergentes estão concordando em acelerar a transição para os carros elétricos em seus mercados (incluindo Índia, Ruanda, Quênia). Além disso, o Reino Unido prometeu realizar a transição de sua frota para caminhões limpos, comprometendo-se a encerrar a venda da maioria dos novos caminhões a diesel entre 2035 e 2040. (United Nations, 2021). Quinze países também concordaram com uma promessa separada de trabalhar para vendas de 100% de emissão zero de novos caminhões e ônibus até 2040. Os acordos, anunciados na conferência climática COP26 em Glasgow, foram saudados como um passo significativo para a descarbonização da indústria automotiva. Carros e caminhões emitem cerca de um quinto das emissões de gases de efeito estufa dos EUA, de acordo com a Union of Concerned Scientists. Todavia, os maiores mercados automotivos do mundo, incluindo EUA, China, Alemanha, Coreia do Sul e Japão, não compareceram às promessas, e as duas principais montadoras globais (Toyota e Volkswagen) também não assinaram. (NPR, 2021).

A fim de ilustração, o relatório "*Driving California's Transportation Emissions to Zero*" (2021) evidencia as medidas que devem ser tomadas pelo estado da Califórnia para alcançar as emissões de gases do efeito estufa zero até 2045. O

mapeamento realizado pelo estudo estima que para alcançarmos o *net zero emissions* no setor de transporte, é primordial que no curto-prazo, sejam realizados investimentos em novos veículos e tecnologias de combustível limpo, que por sua vez incorrem em um efetivo aumento do seu custo inicial. No entanto, esse maior gasto no presente promove uma redução de custos operacionais futuramente, dado que a revisão de carros elétricos e a necessidade de trocas de suas peças são, essencialmente, menores. Além disso, a eletricidade é mais barata que os combustíveis fósseis.

Dessa forma, é indiscutível que a forma mais efetiva para descarbonizar o setor de transporte é a adoção em massa da eletrificação de caminhões, carros e ônibus, isto é, praticamente todos os veículos vendidos necessariamente devem ser movidos à eletricidade até 2045. A proposta feita por institutos de pesquisa de universidades como Berkeley, UC Davis, UCLA e UC Irvine, irá exigir uma enorme diligência para assim buscarmos melhorias significativas para o meio ambiente. Ainda nos anos de 2019 e 2020, do total de todas as vendas de automóveis na Califórnia, apenas 8% eram elétricos, sendo, portanto, um total de 133.000 veículos elétricos em 2020. Dito isso, a fim de verificarmos um crescimento exponencial no número da frota elétrica do estado da Califórnia até 2045, é primordial a promoção de incentivos aos consumidores, ou seja, a cobrança do cumprimento do acordo por meio do governo deve se tornar mais conveniente e os compradores devem poder ter uma nova experiência no volante. Logo, podemos observar até 2045 um cenário da Califórnia alcançando a neutralidade de carbono a partir do setor de transporte, atingindo também metas de justiça ambiental e criação de empregos de alta qualidade.

3.3

Setor automobilístico

O setor automotivo engloba desde veículos leves (automóveis) até aos pesados (ônibus e caminhões), também como a cadeia de autopeças. Sem dúvidas, o setor automobilístico foi capaz de mudar por inteiro a dinâmica da sociedade moderna, sobretudo, no quesito tempo e distância.

Em 1886, nasce o primeiro automóvel moderno e, a partir desse momento, pudemos observar impactos em variados aspectos das nossas vidas. As transformações do setor ao longo desses anos trarão benefícios quanto a eletrificação, conectividade dos veículos, como também os veículos autônomos em si. Dessa forma, esses fatores irão remodelar por inteiro o setor automotivo globalmente. Em essência, as perspectivas são positivas para a transição do setor automobilístico à eletrificação, dado que os preços das baterias estão reduzindo, há uma pressão política na adesão ao “*Net Zero Emissions*” e por fim, observa-se uma penetração no mercado de novos modelos de carros elétricos.

A partir de uma visão essencialmente de curto-prazo, verificamos estudos promissores ao tratarmos da eletrificação do setor automotivo. Segundo a BloombergNEF (2021), podemos analisar um crescimento expressivo da eletrificação no setor automotivo. Primeiramente, a frota de veículos elétricos nas ruas já está em 12 milhões. Desse total de carros elétricos, mais de 1 milhão estão destinados para atividades comerciais, como ônibus, caminhões e vans de entrega. Ademais, *scooters*, motocicletas e veículos de três rodas elétricos constituem mais de 260 milhões de automóveis nas estradas ao redor do mundo. Nos próximos quatro anos, as vendas de carros elétricos de passageiros devem passar de 3,1 milhões em 2020 para 14 milhões em 2025. Dito isso, essa transformação expressiva no setor de transporte decorre da redução de custos das baterias, construção de infraestrutura de carregamento dos carros e, como também promessas favoráveis das montadoras.

No entanto, é imprescindível ressaltar que o crescimento exponencial de carros elétricos que analisaremos ao longo dos anos não é equilibrado, isto é, certos países como a Alemanha e China (maior mercado mundial de automóveis) possuem um percentual de vendas extremamente relevante das vendas mundiais. Para exemplificar, estudiosos analisaram que na Alemanha, em 2025, os carros elétricos devem compor 40% do total de vendas. É possível relacionar a grande dominância de países como China e Europa no mercado de veículos elétricos a partir do desenvolvimento de regulamentos de CO₂ de veículos da Europa e regulamentos da economia de combustível na China. Ademais, a predominância desses mercados no setor de veículos elétricos (Europa, Coréia do Sul, América do Norte e China)

pode ser explicada pelos diversos investimentos realizados através de fundos públicos e privados, que por sua vez, possibilitaram a transição do setor automotivo para a eletrificação nesses países. Essa alocação de capital no setor através dos países mencionados acima em forma de investimento, tanto por iniciativas privada quanto governamentais, possibilitará a redução dos custos das baterias e da infraestrutura de carregamento dos veículos.

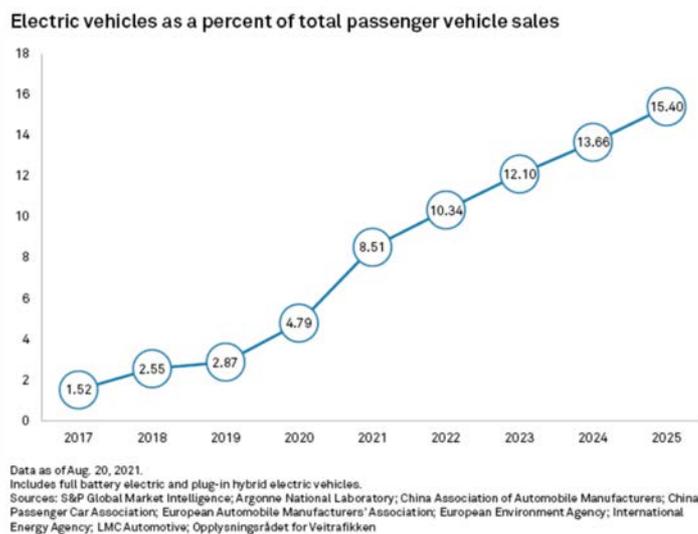


Figura 2 - "Percentual de Carros Elétricos no total de vendas de automóveis" (S&P Global Market Intelligence, 2021)

3.4 Os Desafios dos carros elétricos

Os carros elétricos estão cada vez mais em pauta como uma tecnologia primordial para conter os avanços dos efeitos adversos do aquecimento global e uso excessivo do petróleo. Indubitavelmente, a transição do setor automobilístico para os carros movidos a energia elétrica traz ganhos imensuráveis para a adoção de uma economia de baixo carbono. Primeiramente, ao compararmos esses veículos com os que já são movidos por motor à combustão, analisamos uma redução de 30% na emissão de CO₂. Em seguida, é notório a existência de um ganho expressivo que o veículo elétrico possui no quesito de eficiência energética. Para exemplificar, o mesmo consome por volta de 90% da eficiência energética disponível, enquanto os modelos movidos à combustão usufruem aproximadamente de 30% a 40%. Ademais, observa-se benefícios em relação ao seu desempenho, dado que os carros

elétricos utilizam sua energia de maneira mais balanceada em situações de congestionamento, já os veículos movidos à combustão entram em ação quanto mais potência é exigida.

Todavia, apesar dos veículos movidos à energia serem as alternativas mais ecológicas que possuímos no mercado, eles não estão isentos de gerar impactos ambientais negativos. Dito isso, é primordial nos atentarmos aos fatores que dizem a respeito à emissão utilizada na fabricação de carros, como também a fonte de eletricidade utilizada na carga dos veículos elétricos. Primordialmente, existe uma relevante preocupação com o carvão, dado que seu uso é necessário para carregar os carros elétricos, portanto, podemos continuar enfrentando a poluição do ar. Ademais, as baterias são compostas por células de íon-lítio, que por sua vez requerem substâncias como lítio e cobalto. A fim de contextualização, a mineração de cobalto possui um grande risco de contaminação da natureza e de localidades próximas a atividade, visto que é capaz de gerar resíduos alarmantes para o meio ambiente, como também a extração desse minério pode acarretar na emissão de enxofres e outras substâncias alarmantes através da fundição (processo pelo qual os metais ou ligas metálicas em estado líquido são vazadas em um molde para a fabricação dos mais variados tipos de peças). Além disso, a extração do lítio utiliza uma fração relevante de água subterrânea para seu funcionamento, isto é, a montagem de veículos elétricos utiliza aproximadamente 50% a mais de água quando comparado aos automóveis com motor movidos à combustíveis fósseis, decorrente da quantidade relevante que as baterias elétricas possuem de lítio.

Independentemente de existirem efeitos negativos na produção de veículos elétricos para o meio ambiente, notamos, ao longo dos anos, uma pressão mundial para tornar a sua fabricação mais “verde” e “*eco-friendly*”. Nos Estados Unidos, na última década, as concessionárias estão reduzindo o uso proveniente das usinas de carvão, passando a utilizar para gerar energia, portanto, a mistura de energia eólica, solar e de gás natural. Quanto ao cobalto, as montadoras estão juntando esforços para eliminar a utilização da substância nas cadeias de abastecimento, como também eliminar sua utilização no desenvolvimento de baterias (existem críticas quanto a esses compromissos). Logo, notamos que a extensa adoção dos carros elétricos, irá

trazer mudanças positivas significantes para o meio ambiente, todavia, seu processo produtivo possui espaço para que fique ainda mais limpo.

Existem outros obstáculos no curto-prazo na implementação de carros elétricos, como no que diz a respeito ao tempo gasto para carregar os veículos elétricos (EV), à falta de infraestrutura de carregamento, à limitada escolha de modelos de EV, dificuldade de encontrar um mecânico qualificado e um custo inicial mais alto. Primeiramente, o tempo necessário para “abastecer” um carro elétrico é substancialmente maior quando comparado a um movido à combustíveis fósseis, isto é, apesar da duração de carregamento de um EV depender da capacidade da bateria e da velocidade do carregador, um carro como o *Tesla Model S*, pode levar oito horas para carregar com um carregador de parede padrão. Ainda assim, existem carregadores que possuem melhores cargas e são mais velozes, podendo levar até duas horas, porém carros movidos à motor são “carregados” em apenas minutos.

Além disso, temos o desafio das estações de carregamento (que variam de acordo com a área), visto que nem todos os consumidores de carros elétricos possuem locais aptos para abastecer seu carro, por exemplo, pode não existir a possibilidade de instalar um carregador em sua garagem, e mesmo que esses carregadores estejam convenientemente localizados, eles ainda sim podem estar ocupados. Portanto, é essencial que haja um melhor planejamento na infraestrutura de carregadores, para assim possibilitar um crescimento do mercado de carros elétricos.

Por fim, a indústria automobilística voltada para carros elétricos vem crescendo substancialmente ao longo desses últimos anos. Marcas tradicionais como BMW, Mercedes Benz, Volvo estão produzindo carros movidos à eletricidade, e como abordado anteriormente, houve o crescimento relevante da marca voltada somente para EV, a Tesla. Efetivamente, 2019 foi um ano crucial para a expansão do mercado de carros elétricos, no entanto, apesar do progresso significativo, existem ainda poucas opções de modelos que podem ser escolhidos pelos consumidores, principalmente comparando com as imensas possibilidades que possuímos de carros movidos à combustão. Ademais, ainda observamos certos obstáculos nos preços dos carros elétricos, por exemplo, o preço do Tesla Model S é a partir de \$72.990, um valor bastante elevado. Todavia, os custos desses veículos estão

diminuindo, como também os créditos fiscais e os incentivos estaduais podem reduzir o custo total no longo-prazo. (BloombergNEF, 2021).

3.5 Postos de Carregamento

É possível correlacionar a problemática dos postos de carregamento elétrico no Brasil com o dilema do ovo e da galinha. Isto é, uma grande parte da população afirma que estaria disposta a realizar a troca de um carro movido à combustão por um carro elétrico caso houvesse um maior número de postos de carregamento de motores elétricos distribuídos em sua cidade e se o preço dos automóveis fosse mais baixo. No entanto, para o crescimento da oferta de tais carros é necessário que a demanda por carros elétricos caminhe junto. A fim de contextualização, a Nissan realizou uma pesquisa em junho de 2021 que revelou que 56% dos motoristas europeus de motor de combustão interna não estão pensando em comprar um VE, dado que acreditam que não há pontos de carregamento suficientes. Os veículos elétricos requerem carregamento, mas as estações de carregamento na maioria dos países ainda são relativamente poucas e distantes entre si. Essa realidade que vivemos no Brasil também não é diferente de outros países ao redor do globo, portanto, devemos nos questionar se devemos atacar primeiro a demanda ou a oferta.

É sabido que no final de 2019 já contávamos com 7 milhões de postos ao redor do mundo, todavia, somente 12% eram públicos. Apesar da China ser um exemplo de sucesso na infraestrutura de carregamento, a realidade para a maioria dos países é bem distinta. Dito isso, atualmente a China é responsável por 60% dos postos de carregamento mundialmente, já os Estados Unidos estima-se que a fim de suprir a frota de 14 milhões de novos carros movidos à eletricidade, será necessário cerca de 330.000 novos postos de abastecimento elétrico até 2025. Dentro dos Estados Unidos, a Califórnia vem dominando a oferta de postos de carregamento, possuindo 22.000 postos de recarga. Já o Brasil possui números menos otimistas, já que seus postos de carregamento não chegam na casa do milhar. É primordial que iniciativas privadas e governamentais não meçam esforços para ocupar esse “*gap*” na oferta de infraestrutura desses postos de carregamento, como ocorreu com a Associação

Brasileira dos Veículos Elétricos Inovadores (Abravei), que optou por instalar seus próprios carregadores em Uberlândia e Brasília, lugares nos quais não havia qualquer infraestrutura. Ademais, a Alemanha na pandemia também foi uma grande impulsionadora nesse setor de infraestrutura de abastecimento, visto que investiu € 2,5 bilhões ao redor do país com o intuito de conquistar o mercado de massa. Dito isso, mesmo que uma grande parcela dos consumidores de carros elétricos instale carregadores em casa ou no trabalho, espera-se que de 20% a 50% do carregamento ocorra em locais públicos. Ademais, segundo o estudo realizado pelo *European EV drivers by NewMotion em 2021*, 33% da amostra dos entrevistados não possuíam capacidade de instalar um carregador em sua casa. Logo, é de extrema importância fomentar a infraestrutura de carregamento pública a fim de acelerar a adoção dos veículos elétricos. (Mário Sérgio Venditti, 2021).

Independentemente de ser um grande dilema do tipo “ovo e galinha”, observamos ao redor do mundo que, de fato, a demanda de veículos cresce primeiro que a infraestrutura de abastecimento, portanto, o aumento da frota de veículos elétricos (VEs) vem puxando a infraestrutura. Todavia, como já foi extensamente abordado, é crucial que haja um planejamento governamental mais intenso, capaz de ampliar e suprir a falta de postos de abastecimento nos países ao redor do globo, principalmente, em mercados que ainda estão em desenvolvimento. Na verdade, o que vem acontecendo na maioria dos países é que seus esforços estão voltados para a aprovação de regulamentações, principalmente correlacionadas com a emissão de CO₂ ou a criação de incentivos para aumentar as vendas de veículos elétricos, como a isenção de impostos para veículos importados aprovada no Brasil. A melhor alternativa para o impasse dos postos de carregamento é focar na disponibilidade adequada na infraestrutura de carregamento.

Em síntese, os governos necessitam conciliar seus objetivos de construção de postos junto com todos os *players* do mercado de carros elétricos, incluindo, portanto, fatores como a localização, tempo, tipo e número de postos. Ademais, é preciso deixar explícito os objetivos do plano de estruturação a todas as partes interessadas da forma mais clara possível. Só então o dilema poderá ser resolvido, preparando o terreno para o investimento privado e criando uma estrutura de mercado autossustentável.

4

A Evolução dos Carros Elétricos dentro do Setor Automobilístico

4.1

A história dos carros elétricos

É sabido que os carros elétricos entraram em pauta e ganharam popularidade ao longo dos últimos anos como uma eficaz alternativa para contornar as consequências do aquecimento global. Todavia, a criação e o desenvolvimento de carros elétricos são significativamente antigos. Nos anos 1800, húngaros, americanos e holandeses foram responsáveis pela evolução de carros elétricos. Primeiramente, o húngaro Ányos Jedlink, criou o primeiro motor elétrico e decidiu introduzi-lo em um carro pequeno. Já o holandês, Sibrandus Stratingh, utilizou a teoria de eletroímãs e eletromagnetismo para construir outro protótipo de carros. E por fim, o americano, Thomas Davenport, desenvolveu trilhos para promover o carregamento do carro. No entanto, podemos considerar que o inventor do primeiro bem-sucedido carro elétrico foi William Morrison em 1891, visto que apresentou uma versão de carro elétrico capaz de transportar seis passageiros a 20km/h, todavia, não era um modelo, essencialmente, prático (Jennifer Ann Thomas, 2016). Ademais, outro avanço significativo foi a criação do primeiro sistema híbrido (movido por bateria e motor a gás) de carros elétricos no mundo, criado por Ferdinand Porsche, fundador da Porsche.

Na virada do século, entre 1900 e 1910, os carros elétricos ganharam popularidade, principalmente nos Estados Unidos. A fim de ilustração, nesse período os carros elétricos representavam um terço de toda a frota de automóveis no país. Dito isso, esses veículos mostraram-se uma relevante alternativa para a introdução de carros menos poluentes no mercado desde o século XIX. Apesar do crescimento e notoriedade que os carros movidos à bateria estavam ganhando nesse período, o ponto de virada para o sucesso de carros movidos à combustão foi a criação do Ford Model T. Em 1908, Henry Ford produz em massa carros convencionais, conseqüentemente tornando-os veículos mais atrativos por conta de seu preço inferior. Melhor exemplificando, um carro elétrico em 1912 custava em torno de US\$1750, enquanto um movido a gasolina era por volta de US\$650. Logo, a

combinação do barateamento dos carros movidos à gasolina, melhores estradas e a descoberta de combustíveis fósseis baratos no Texas provocaram um declínio nas vendas dos carros elétricos naquele período. (U.S. Department of Energy, [S.d.]

Em suma, os carros elétricos deixaram de ser atrativos dado que os americanos visavam naquele período utilizar os automóveis para se transportar por longas distâncias, dado que foram implementadas melhorias nas estradas. Entretanto, os carros movidos à bateria ainda não eram desenvolvidos para percorrer viagens extensas, visto que alcançam no máximo 50 a 65km, como também a infraestrutura de carregamento não era bem estruturada nas cidades americanas. Ademais, a descoberta de gás combustível barato promoveu um crescimento exponencial no número de postos de gasolinas, portanto, tornou-se mais complexo possuir um carro elétrico.

Não obstante, ao longo dos anos permaneceram as constantes pesquisas no aprimoramento de carros elétricos, principalmente após a Crise do Petróleo em 1973 cujo evento ocasionou uma rápida escalada de preços no barril de petróleo após o embargo dos países árabes. Esse acontecimento foi capaz de comprovar que, de fato, a sociedade contemporânea estava inteiramente dependente de somente uma fonte de energia, portanto, essa subordinação poderia voltar a ser uma preocupação no futuro. Ademais, em 1990 as exigências do VEZ (Veículos Emissão Zero da Califórnia) foram extremamente benéficas para progresso dos carros movidos a baterias, visto que esse acordo ambiental afirmava que empresas que fossem capazes de desenvolver e vender carros elétricos seriam recompensadas. Por fim, os veículos elétricos somente voltaram em pauta em 1997 em consequência da primeira comercialização em série do modelo híbrido Toyota Prius.

4.2

A companhia Tesla Motors

Fundada em 2003 por Martin Eberhard e Marc Tarpenning na Califórnia, a Tesla Motors foi uma companhia que entrou no mercado automobilístico para revolucionar esse setor. A empresa tinha como iniciativa demonstrar para a sociedade que os carros elétricos poderiam ser melhores, mais rápidos e divertidos

quando comparados aos carros movidos à gasolina. A Tesla possui como pilar a elaboração de um produto movido à base de energias limpas, e acredita que a melhor alternativa para alcançarmos um futuro de emissão zero é cortar a relação de dependência com combustíveis fósseis. Além disso, os fundadores possuíam o anseio não só de lançar carros ecologicamente sustentáveis, mas também automóveis com uma estética da melhor qualidade e um ótimo desempenho, ou seja, buscavam ser os melhores nesse setor (TESLA, 2021).

Indubitavelmente, a Tesla Motors revolucionou o mercado de carros elétricos, visto que a partir da sua entrada no setor, as outras montadoras perceberam que seria extremamente necessário se adaptar a essa nova realidade. A Tesla, pela primeira vez, foi capaz de colocar carros elétricos no radar para muitos consumidores que antes nunca tinham o considerado como alternativa. Todavia, a empresa não vivenciou somente momentos de sucesso, os obstáculos também estiveram presentes na sua trajetória, como o desinteresse dos consumidores por carros elétricos e a dificuldade de produzir baterias que fossem aptas para viagens de longas durações.

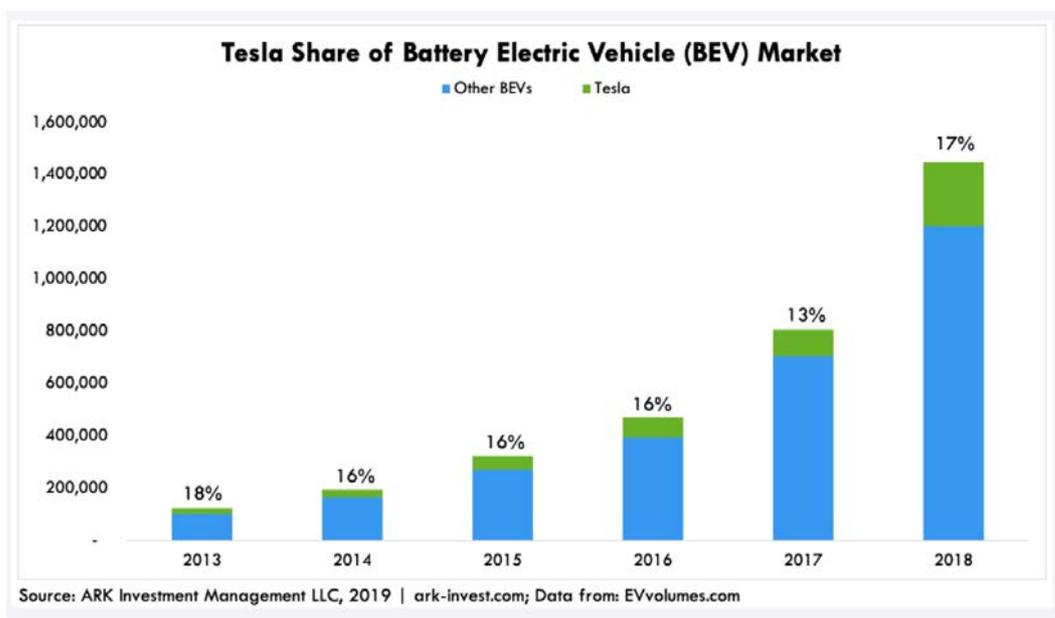


Figura 3 - "Parcela da Tesla no Mercado de Carros Elétricos" (ARK Investment Management, 2019)

É possível considerar o ponto de virada da empresa foi o lançamento do modelo Roadster em 2008. Esse modelo de carro desenvolvido pela Tesla se distinguiu dos outros automóveis do setor por ser um carro inteiramente elétrico, com especificações práticas. Anteriormente, as empreitadas de outras montadoras sofreram dificuldades essencialmente por dois motivos: produção de baterias com alta duração e desenvolvimento de um motor de baixo custo que tivesse proporções factíveis para caber dentro do automóvel. O Roadster por sua vez alcançava, com somente uma bateria e aceleração do motor, por volta de 250 km/h. Após o lançamento do primeiro carro da companhia, houve uma constante busca por aperfeiçoamento, ocasionando no lançamento do Model S, o primeiro sedã inteiramente elétrico com o maior alcance e aceleração do que qualquer veículo elétrico antes comercializado, além de um sistema de software de ponta. O Model X, lançado em 2015, foi caracterizado como o carro elétrico esportivo mais veloz, seguro e capaz já produzido. Não satisfeita em diversificar seus produtos, em 2017 a Tesla Motors lançou o Model 3, um modelo de carro elétrico mais popular e acessível. Por fim, ao longo dos últimos anos a empresa desenvolveu outros modelos como o Tesla Semi, Model Y (versão SUV) e Cybertruck, um veículo com maior utilidade que um caminhão convencional e maior performance que um carro esporte, segundo a própria empresa. Em suma, a Tesla Motors afirma que o seu produto se diferencia de seus concorrentes por conta de seus veículos de luxo, com tecnologias de assistência à direção, segurança e alta performance. (Tesla Motors, 2021)

Com o crescimento da demanda e satisfação dos consumidores por carros elétricos, a Tesla Motors em junho de 2010 decide realizar sua oferta pública inicial. A empresa levantou cerca de US \$ 226 milhões em seu IPO, com as ações subindo naquele dia em aproximadamente 41%. Mesmo com a pandemia do Covid-19, e a interrupção do funcionamento das fábricas nesse período, as ações em 2020 foram marcadas por uma crescente escalada de 140% por motivos como a abertura de sua fábrica em Xangai, produção do Model Y e promessas da caminhonete Cybertruck. Isto é, dez anos após seu IPO, as ações da Tesla subiram mais de 3.000%. Por fim, é possível compreender a relevância da maior empresa de carros elétricos do mercado, visto que ultrapassou o valor de mercado de sua concorrente Toyota como também o valor agregado da General Motors e Ford Motor. (KOLODNY, 2020)

4.3 Carros elétricos na atualidade

É notório que a trajetória dos carros elétricos na sociedade contemporânea foi marcada por uma constante evolução e aprimoramento, consequentemente a nova forma de se transportar através de energia vem ganhando o devido prestígio ao longo dos últimos anos. A fim de ilustração, segundo a International Energy Agency, o ano de 2020, cenário de pandemia e crise econômica, foi marcado por uma queda acentuada nas vendas de carros movidos à gasolina em aproximadamente 16%. Todavia, houve crescimento de carros elétricos em 41%, isto é, no final de 2020 a frota global de carros elétricos era de aproximadamente 10 milhões de veículos. Além disso, segundo a Bloomberg New Energy Finance 2021, estima-se que as vendas de carros elétricos devem aumentar mais expressivamente nesses próximos anos, ampliando o número de 3,1 milhões de carros elétricos nas ruas em 2020 para 14 milhões em 2025. Vale ressaltar que, a expansão de automóveis elétricos não está restrita a somente carros, mas também caminhões e ônibus elétricos. Outros dados interessantes que podemos analisar diz a respeito dos gastos. Governos espalhados ao redor do mundo investiram US\$ 14 bilhões como incentivo para fortalecer esse setor em desenvolvimento. Como consequência, foi evidente que em 2020 os consumidores ampliaram seus gastos com a aquisição de carros elétricos para US\$ 120 bilhões. Os principais consumidores de veículos elétricos na atualidade são os chineses e europeus, visto que existem incentivos através de regulamentos de emissão de CO₂ na Europa, regulamentos sobre a economia de combustível da China e o sistema de crédito de veículos para energia nova.

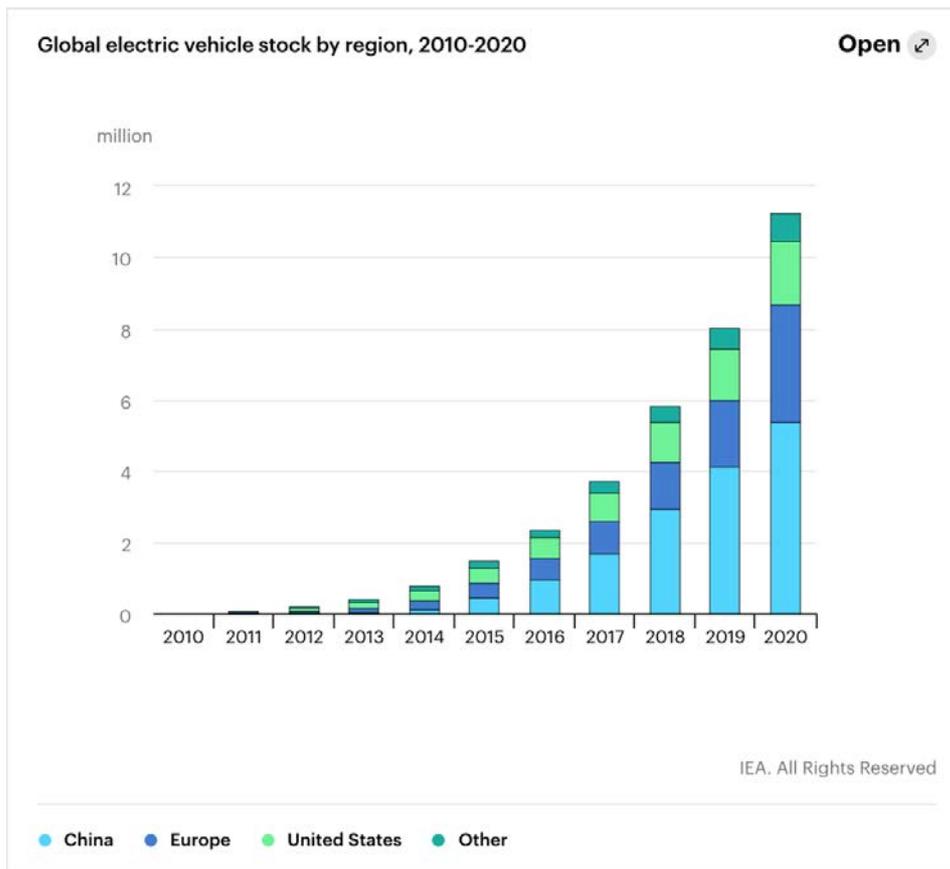


Figura 4 - Ações globais de veículos elétricos por região, 2010-2020 (IEA, 2020)

A fim de ilustração, para compreendermos esse fenômeno de crescimento e valorização dos carros elétricos, iremos observar a *Rivian*, montadora de veículos elétricos que obteve um IPO de sucesso na *Nasdaq* no ano de 2021, sendo avaliada em U\$ 151,95 bilhões. Sua oferta pública está entre as mais significativas de todos os tempos nos Estados Unidos. A Volkswagen, tradicional montadora de carros essencialmente movidos à combustão, tornou -se em novembro a quarta montadora mais valiosa mundialmente, portanto, sendo ultrapassada pela *Tesla Motors* e a *Rivian*, apesar do volume de vendas de ambas estar muito atrás de empresas como *Ford*, *Nissan* e *GM Motors*. A companhia recebeu aportes relevantes de empresas como Amazon e Ford em 2019, no entanto, somente em 2021 comercializou seu primeiro veículo totalmente elétrico, no qual não se espera lucros em um cenário de curto prazo. Dito isso, nos últimos dois anos, a start-up teve prejuízos de mais de U\$ 2 bilhões de dólares. O principal segmento da *Rivian* são os caminhões e vans, portanto, não é um concorrente direto da *Tesla Motors*, que essencialmente

produz carros esportivos elétricos. O *RIT* foi a última empreitada da montadora, que possui como objetivo ser um carro de estilo de aventura ao ar livre. Por fim, podemos correlacionar a valorização de empresas de carros elétricos no mercado financeiro, com o fato de que os investidores já sentem a pressão das novas regras ambientais que privilegiarão empresas como Rivian e galvanização (outra montadora de carros elétricos), além da Tesla, é claro. Logo, existe um enorme interesse em investir um dinheiro relevante em montadoras como a Rivian. (Ricardo de Oliveira, 2021)

Dito isso, o fortalecimento da transição do setor automotivo para uma economia de baixo carbono pode estar correlacionado com alguns fatores. Primeiramente, diversos países estão criando incentivos e políticas de apoio para a sociedade reduzir seus padrões de emissões de gases do efeito estufa, como por exemplo, a adoção em massa de carros elétricos. Ademais, as montadoras estão ampliando o número de modelos dos carros elétricos, como também buscam o desenvolvimento de baterias mais duradouras. Isto é, os planos de tornar o setor automobilístico elétrico está cada vez mais em pauta, os fabricantes vêm anunciando seus objetivos de aumento na oferta de modelos disponibilizados e a ampliação em um período curto de tempo na produção de *electric vehicles* (EV). Em suma, no panorama vigente, podemos observar resultados otimistas para uma plena adoção da sociedade de veículos elétricos no longo prazo. Os dados mais recentes afirmam quem o primeiro trimestre de 2021 foi marcado por um aumento de 140% nas vendas de carros elétricos quando comparado a esse mesmo período em 2020.

Todavia, como foi amplamente discutido ao longo dessa monografia, apesar de observarmos uma significativa prosperidade nos últimos anos do setor automotivo na transição para uma esfera “*eco-friendly*”, ainda é imprescindível atingir as metas climáticas estabelecidas pelo Acordo de Paris a fim de contermos o aumento anual da temperatura mundial em 2° C, tornando-se, portanto, um grande desafio o *net zero emissions*. Independentemente da sociedade contemporânea não estar medindo esforços para lutar contra o aquecimento global, a maioria dos países não atingirá as metas para 2030, e todos nós iremos sofrer as consequências das emissões desenfreadas dos gases do efeito estufa. Melhor dizendo, segundo o artigo “A verdade por trás das promessas climáticas do Acordo de Paris” o fato de não

conseguirmos atingir os objetivos previamente estabelecidos, irá nos trazer custos diários decorrentes de perdas econômicas ocasionadas por eventos climáticos (resultado de ações antropogênicas) de aproximadamente U\$ 2 bilhões (Stephen Leahy, 2020). Dessa forma, será primordial uma maior ambição de todos os países, no que tange a questão da fabricação de carros elétricos em massa e uma melhora na tecnologia de baterias, para assim reduzir os custos dos veículos elétricos e eles passem a serem amplamente consumidos, tanto os de menor porte (carros) quanto os de maior (caminhões e ônibus), na sociedade contemporânea.

4.4

VE vs ICE

A fim de compreendermos a dinâmica dos carros elétricos, é primordial analisarmos as distinções de um carro movido à combustão (ICE) de um veículo elétrico (VE). Primeiramente, a diferença mais evidente diz a respeito do próprio motor, os veículos ICE possuem motor de combustão interna, sistemas auxiliares como motor de arranque, escapamento e sistema de combustível que não são utilizados por um carro elétrico, visto que são substituídos por um motor elétrico movido a baterias. Esse sistema desenvolvido através de baterias é composto por células de baterias, um sistema de gerenciamento térmico para resfriar a bateria, interconexões e invólucro. Além disso, as caixas de engrenagens de várias velocidades usadas em ICE são constantemente trocadas por uma transmissão de velocidade única em veículos elétricos, visto que a potência de saída dos motores elétricos é eficiente. Ademais, outra diferença relevante entre esses dois tipos de veículos é o número de peças, um carro elétrico possui o motor e uma parte móvel, já o veículo movido à gasolina possui diversas partes móveis, conseqüentemente veículos com um menor número de peças móveis, como os carros elétricos, necessitam de menos manutenção periódica.

No que diz a respeito da fabricação em si, a transição do setor automobilístico para carros movidos à bateria provoca uma montagem menos complexa e trabalhosa quando comparado a carros movidos à combustão. Dessa forma, é sabido que motores elétricos são, essencialmente, mais simples, dado que peças como mangueiras ou gaxetas (que são mais complexas), podem ser construídas de maneira mais automatizada em um motor elétrico. No entanto, devemos nos atentar

também que essa transformação na fabricação acarreta em uma necessidade de conquistar um novo conhecimento nos processos de elaboração, como por exemplo a selagem de fiação, bobinamento e controle de qualidade para sistemas elétricos (que são mais elaborados), portanto é uma mudança custosa, dado que a indústria automobilística há mais de 100 anos busca desenvolver de maneira eficaz motores movidos à combustão.

Além disso, é possível analisar também distinções na fabricação como os processos elaborados de fundição necessários na produção de ferramentas como cilindros, eixos de comando e hastes nos carros movidos à combustão, enquanto carros elétricos são, em essência, mais descomplicados, dado que são utilizados métodos de usinagem menores e menos complexos na fabricação de motores elétricos, que são compostos por cubos de rotor, ímãs e rolamentos.

Em termos de horas de trabalho, o Boston Consulting Group (BCG) realizou uma pesquisa em 2020 conhecida como “Mudança de marcha na manufatura automotiva”, que teve o intuito de comparar as horas gastas na produção de cada veículo. Dessa forma, os motores elétricos possuem uma menor quantidade de peças quando comparado a motores movidos a gasolina. Logo, no total de horas da produção dos carros na indústria automobilística, a fabricação de componentes é responsável por 47% das horas trabalhadas em carros elétricos e 54% em carros movidos à combustão. Vale ressaltar que a fabricação de componentes possui um percentual elevado na parcela de produção dos veículos, visto que tal produção possui processos extremamente manuais. Ao tratarmos da montagem propriamente dos motores, foi estimado que é utilizado cerca de 2% das horas de trabalho na instalação do motor elétrico, ao mesmo tempo que em um carro movido à gasolina é utilizado 7% do tempo. Todavia, podemos observar uma mudança nesse padrão na montagem dos veículos, dado que se estima que há uma necessidade adicional de mão de obra na montagem dos carros elétricos, por conta da instalação da unidade de carregamento e a fiação adicional, processos não existentes em carros movidos à combustão. Dito isso, espera-se um aumento de 8% na montagem de carros elétricos quando comparado aos carros movidos à gasolina.

5 Iniciativas Fomentadoras para a Eletrificação do Setor Automobilístico

5.1 Incentivos governamentais

A última década foi marcada por um relevante progresso na mobilidade, principalmente elétrica. Os veículos elétricos ajudam a diversificar a energia necessária para transportar indivíduos e bens, isto é, a descarbonização do setor elétrico possibilitará uma redução drástica na emissão de gases do efeito estufa, que por sua vez pode contribuir para o mundo manter os objetivos climáticos estabelecidos pelo Acordo de Paris. O número da frota de automóveis elétricos cresceu exponencialmente, e esse sucesso pode ser facilmente correlacionado com os incentivos do governo. No entanto, é imprescindível compreender que esse é apenas o começo para prosseguir com a transição do setor automobilístico para uma economia de baixo carbono, que conseqüentemente permitirá o *net zero emissions*. Dito isso, é primordial que os governos promovam campanhas mais ambiciosas que sejam capazes de eletrificar o setor automobilístico por completo até 2050.

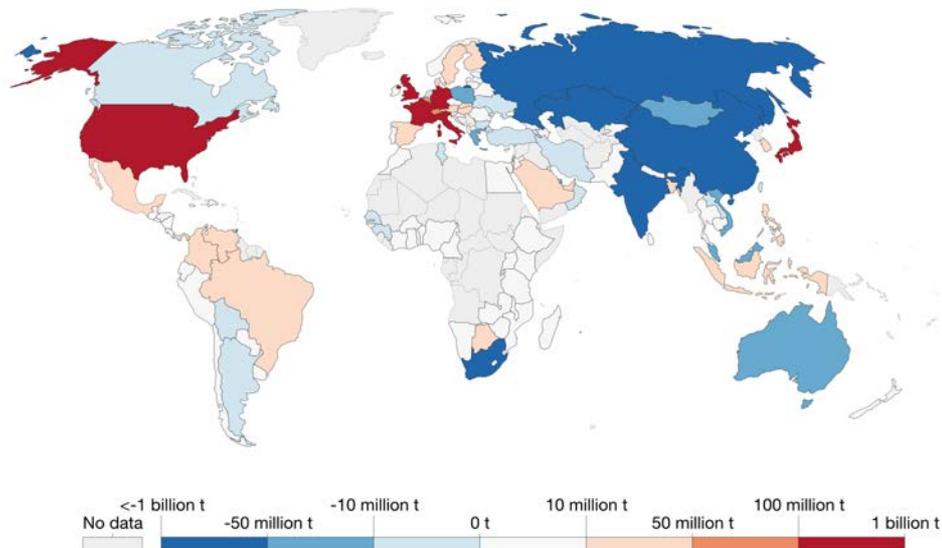
Primeiramente, irei ressaltar o papel do The Electric Vehicles Initiative (EVI), um fórum de política multi-governamental que possui o âmbito de acelerar a adoção de veículos elétricos ao redor do mundo. Atualmente existem quinze países extremamente relevantes e influentes membros dessa associação, como Canadá, Chile, China, Finlândia, Alemanha, Japão. Lançada em 2017, a EV30@30 possui o anseio de acelerar o crescimento do número de veículos elétricos no setor automobilístico até 2030, com o alvo de pelo menos 30% da frota de carros ser elétrica, como também prezam pelo aprimoramento da infraestrutura de carregamento com o intuito de fornecer uma maior quantidade de postos de energia para esses veículos. Outros anseios dizem a respeito à galvanização dos compromissos dos setores públicos e privado para a adoção de veículos elétricos, à intensificação de pesquisas de políticas e intercâmbios de informações e além do apoio a governos que necessitam de política e assistência técnica por meio de treinamento e capacitação. (Lívia Neves, 2019).

Atualmente, existem 13 países membros da campanha e 23 empresas e organizações apoiadoras, como a China, Índia, Canadá, Japão e Reino Unido. Podemos verificar um passo bastante significativo, dado que a China é um dos maiores responsáveis pelas emissões de gases do efeito estufa mundialmente. (International Energy Agency, 2020).

CO₂ emissions embedded in global trade

Carbon dioxide (CO₂) emissions embedded in trade, measured as the net import-export balance in tonnes of CO₂ per year. Positive values (red) represent net importers of CO₂ (i.e. "100 million" would mean a country was a net importer of 100 million tonnes of CO₂ in a given year). Negative values (blue) represent net exporters of CO₂.

Our World
In Data



Source: Our World in Data based on the Global Carbon Project

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions/ • CC BY

Figura 5 – Emissões de CO₂ embutidas no comércio global (Our World In Data, 2019)

É notório que as vendas de automóveis elétricos na Europa explodiram no ano de 2020 quando comparado aos últimos anos, mesmo com a crise do Covid-19 as vendas de veículos elétricos dobraram e as de automóveis híbridos triplicaram em 2020 no continente europeu. Melhor dizendo, foram vendidos 538.772 veículos elétricos e 507.059 modelos híbridos (em um total de vendas de 11.961.182 de automóveis) em um ano marcado pela crise do coronavírus (ACEA, 2021). De acordo com a Associação de Montadoras Europeias de Automóveis em 2021, após o efeito sem precedentes da covid-19 na venda de veículos, as medidas adotadas pelos governos para estimular a demanda foram direcionadas sobretudo para os veículos de energias alternativas. Isto é, mais uma vez é evidente que os subsídios do governo são primordiais para o crescimento nas vendas dos carros elétricos. Para

exemplificar, o governo francês concedeu em incentivos 9 bilhões de euros, enquanto o governo alemão subsidiou 12 bilhões de euros para os carros elétricos. Além disso, cidades como Roma, Paris e Bruxelas, proibiram a entrada dos veículos mais poluentes, portanto, seus cidadãos veem como melhor alternativa a aquisição de novos carros, sendo eles, o elétrico. (ISTOÉ Dinheiro, 2021).

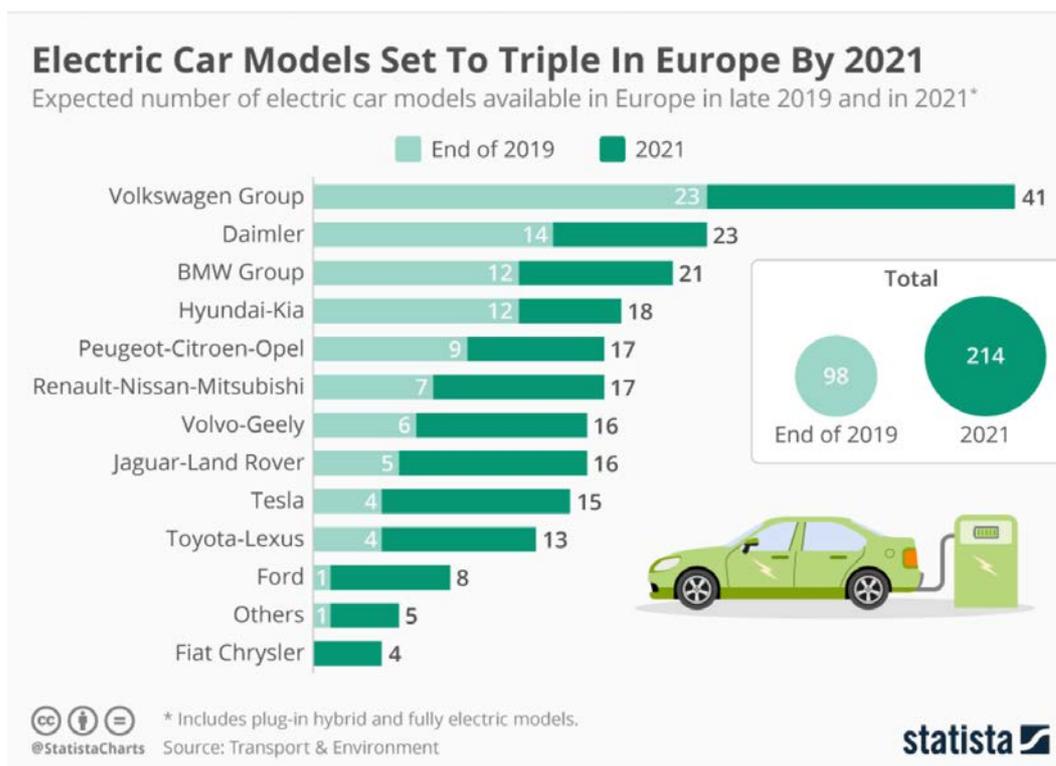


Figura 6 – Modelos de Carros Elétricos devem triplicar na Europa em 2021 (Transport & Environment, 2019)

Além de subsídios fornecidos por políticas governamentais, medidas mais drásticas estão sendo tomadas pela Comissão Europeia, instituição que representa os interesses da União Europeia ao redor do globo. Em julho de 2021, foi proposto pela Comissão a proibição da produção de automóveis movidos por combustão em 2035. No entanto, tal decisão crucial é necessariamente ligada à aprovação do Parlamento Europeu e seus países membros. A finalidade da proposta é fazer com que o setor automobilístico esteja livre de carbono até 2050, visto que a durabilidade de um veículo é de aproximadamente quinze anos. Vale ressaltar que, a princípio a proibição diz a respeito da comercialização, ou seja, carros movidos à combustão que já circulavam anteriormente nas ruas serão permitidos em um

primeiro momento. Em suma, como amplamente discutido anteriormente, o principal intuito da Comissão Europeia é neutralizar as emissões de carbono até 2050 no longo-prazo, e um horizonte mais curto prazista ocorrer uma redução de 55% em 2030 na emissão de gases do efeito estufa, comparativamente aos níveis de 1990. (Reuters, 2021)

Vale ressaltar que, foi estabelecido na COP-26 o lançamento de um novo fundo fiduciário do Banco Mundial que mobilizará US \$ 200 milhões nos próximos 10 anos para descarbonizar o transporte rodoviário em mercados emergentes e economias em desenvolvimento. (United Nations, 2021).

Sem dúvidas, as maiores potências de crescimento na frota de carros elétricos são os países europeus, a China, e em seguida os Estados Unidos. Todavia, o Brasil similarmemente aos outros países desenvolvidos, está atento às discussões sobre a importância de mitigarmos as emissões de CO₂ no planeta Terra e busca desenvolver políticas, mesmo que de forma gradual, para contornar o pequeno número de 2% de veículos elétricos na frota de automóveis do país. De acordo com o relatório “O caminho da descarbonização do setor automotivo no Brasil”, realizado pelo BCG e Anfavea, o Brasil possui um futuro promissor no que diz a respeito da eletrificação do setor automobilístico. Dessa forma, instituições governamentais entendem como uma forma efetiva de acelerar esse processo através de políticas de incentivos para esse setor. A fim de ilustração, o Brasil já implementa o imposto de importação zerado, ou seja, ainda que os automóveis elétricos comercializados em território brasileiro possuam um preço mais elevado que a média de carros, esse tipo de modelo possui isenção nos impostos de importação, sendo, portanto, um subsídio vantajoso para os consumidores brasileiros. No entanto, o principal empecilho para a difusão em massa de veículos elétricos nas ruas brasileiras continua sendo o seu alto preço, composto tanto pela supervalorização do dólar e o dispendioso custo das baterias. Para acrescentar, a fim de fomentar a transição do setor automobilístico brasileiro para uma economia de baixa emissão de carbono, outra política implementada foi a isenção total do pagamento do imposto IPVA em oito estados brasileiros, sendo eles, Piauí, Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraná, Rio Grande do Sul, Pernambuco e Rio de Janeiro, todavia, esse subsídio possui o anseio de se tornar uma política em

âmbito federal. Vale ressaltar que, em junho de 2021 o governo de São Paulo ratificou a lei nº17.563 que reverte uma parcela do valor do imposto em crédito para pagamento do IPVA. Contudo, essa nova sanção não ajustou o valor do teto anterior (R\$ 150 mil), e, portanto, está fora da atual realidade de carros elétricos. Melhor dizendo, o carro elétrico mais barato no Brasil, JAC e-JS1, está por volta de R\$ 154.990. Em suma, precisamos revisar as políticas que já estão sendo implementadas no país e promover incentivos mais audaciosos, para finalmente, começarmos a promover uma adoção em massa de veículos elétricos no Brasil.

Por fim, segundo o órgão Energy Information Administration, o setor de transportes nos Estados Unidos é o maior emissor de *greenhouse gases* no país, totalizando, portanto, 29% de todos os gases emitidos. Além disso, aproximadamente 90% da energia utilizada por esse setor advém de combustíveis fósseis, mais especificamente o petróleo. Apesar dos Estados Unidos ser um país federalista, isto é, cada estado pode implementar sua própria legislação, ainda assim muitos governos estão buscando alternativas para modificarem suas fontes principais de matriz energética vigente, através do uso de combustíveis alternativos. A fim de ilustração, em julho de 2021, aproximadamente 47 estados e o Distrito de Columbia aderiram medidas de incentivos com o intuito de impulsar a adoção dos veículos elétricos. Como forma de subsídio, as legislações ao redor do país aprovaram políticas como isenções de taxa de veículos elétricos de alta ocupação, incentivos financeiros para a compra de veículos elétricos, incentivos de estacionamento e reduções de serviços públicos. Ademais, diversos estados estão adotando benefícios como créditos fiscais e reduções de taxas de registros, para exemplificar, o Colorado oferece crédito fiscal no valor de US\$ 4.000 até 2021 na compra de carros elétricos leves, como também Connecticut fornece uma redução da taxa de registro em US\$38 para os veículos elétricos. Outro programa que está em pauta e é de extrema relevância para o combate na emissão desenfreada de gases do efeito estufa é o *California Zero Emission Vehicle (ZEV)*, política que busca possibilitar que o estado da Califórnia atinja as metas, estabelecidas previamente, de emissão de gases GHG. Isto é, é primordial uma parcela relevante da frota de veículos utilize as tecnologias mais “*eco-friendly*” e alcance o objetivo de 1,5 milhões de EV no estado até 2025. Atualmente, pelo menos 13 estados americanos adotaram o LEV,

(*low-emission vehicle*) e o EV, logo, há o anseio de que as montadoras vendam porcentagens significativas de carros elétricos por ano.

5.2 Incentivos privados

Muito é discutido sobre a importância de incentivos a fim de impulsionar as vendas de carros elétricos. Esses subsídios são bastante comuns em ações governamentais, porém ao longo dos últimos anos, podemos observar um crescimento nesses incentivos por instituições privadas, como as próprias montadoras tradicionais que possuíam há alguns anos atrás somente carros movidos à combustão. Indubitavelmente, é imprescindível que haja uma combinação de esforços tanto público quanto privado capaz de fomentar a indústria de carros elétricos, possibilitando, portanto, uma economia, em essência, mais sustentável. Essa transformação nas empresas do setor automobilístico é decorrente da combinação principalmente de dois fatores; ambição na redução da pegada de carbono e prosperidade da Tesla Motors. Dito isso, irei abordar alguns casos de instituições privadas que estão se movimentando em direção ao crescimento no número de carros elétricos.

Com o intuito de ganhar mais competitividade, a Ford em fevereiro de 2021 anunciou que investirá, em um horizonte de cinco anos, US\$ 29 bilhões em novos modelos de carros híbridos e elétricos. De acordo com o CEO Jim Farley, a Ford está aumentando a capacidade de baterias, reduzindo os custos de produção e buscando ampliar o número de modelos de veículos elétricos em seu portfólio. Além disso, constatou que na próxima década, os modelos da Ford Europa serão compostos 100% por “veículos de passageiro de zero emissão”, como também irá investir US\$ 1 bilhão para converter a fábrica de motores da Alemanha para a produção exclusiva de modelos elétricos. Isto é, o objetivo da montadora é reestruturar a Ford, visando um futuro totalmente elétrico, principalmente na Europa. Embora a Ford tenha entrado na busca por eletrificação tardiamente, atualmente a montadora não está medindo esforços para ingressar completamente nesse futuro promissor. (ClimaInfo, 2021).

Ademais, Hakan Samuelsson, presidente-executivo da Volvo, afirmou que acredita que a alternativa mais efetiva para estimular a venda de carros elétricos é proibir a venda de carros com motores a combustão considerando essa alternativa uma política mais bem-sucedida quando comparada a oferta de subsídios: “Ninguém pode construir um negócio bem-sucedido e lucrativo contando apenas com incentivos” (FONTE, ano, página). Após essa declaração, a Volvo anunciou o propósito de tornar-se até 2030 uma marca exclusivamente elétrica, apesar de não haver previsão para descontinuar a produção dos veículos movidos à combustão. Interessante ressaltar que no ano de 2020, aproximadamente 20% dos carros comercializados pela montadora sueca foram elétricos.

A montadora japonesa, Nissan Motors, também adotou medidas para promover a revolução da indústria automobilística. Foi manifestado que em janeiro de 2021 que por possuir o anseio de conquistar a neutralidade de carbono até 2050, até 2030 suas ofertas de veículos novos seriam de modelos eletrificados. Combinado à meta de tornar seus modelos exclusivamente elétricos, a Nissan buscará inovações no que diz respeito às baterias, a fim de atingir maior eficiência energética, buscando desenvolver a tecnologia híbrida e-Power. Makoto Uchida, presidente-executivo da Nissan afirmou que “Estamos determinados a ajudar a criar uma sociedade neutra em carbono e acelerar o esforço global contra as mudanças climáticas” (Reuters, 2021).

Finalmente iremos tratar da Tesla Motor, empresa responsável pela revolução no setor automobilístico. O atual CEO, Elon Musk, está constantemente buscando alternativas que sejam capazes de aprimorar o funcionamento de seus carros, que consequentemente acarreta uma externalidade positiva para o ser humano e meio ambiente. De fato, a principal bandeira da Tesla é fazer uma revolução de energias sustentáveis no planeta. Ao longo dos últimos anos, é possível observar um forte investimento em baterias de longa duração e dispositivos captadores de energia solar (alternativa de carregamento para os veículos elétricos). O grande ponto de virada para o início da trajetória de grandes investimentos da Tesla, sem dúvidas foi o IPO. A partir da oferta pública de suas ações, houve a abertura da sua fábrica mais relevante, a Fremont na Califórnia, como também a instalação de postos de carregamento ao longo da costa americana. Contudo, o ponto de inflexão para

alcançar a revolução energética foi o desenvolvimento da fábrica de produção de baterias para carros e postos de carregamentos domésticos. A verticalização na criação das baterias possibilita um maior aproveitamento, e conseqüentemente, um menor custo para produção e aquisição dos veículos elétricos da montadora, como também promove um carregamento mais veloz e melhora a capacidade de armazenamento de energia. Para exemplificar, no “Dia da Bateria” na Tesla, Elon Musk afirmou que a empresa possui como meta o corte de aproximadamente 56% no custo de produção das baterias. Dito isso, a fim de acelerar a transição do mundo para a energia sustentável e aumentar a produção de seus veículos elétricos em 500.000 carros por anos, a Tesla exigiria todo o fornecimento mundial de baterias íon-lítio de hoje. Isto é, percebeu-se como necessário a criação da Gigafactory, fábrica capaz de fornecer baterias suficientes para suportar a demanda de veículos projetada pela Tesla. O aumento de produção através da expansão da Gigafactory resulta em uma queda no preço das baterias, dado que é produzida através de economias de escala, fabricação inovadora, redução de resíduos e otimização de localizar a maior parte de seus processos em uma mesma localidade. Logo, o barateamento das baterias possibilita que os carros elétricos sejam mais facilmente adotados pela população e possam causar um maior impacto na redução da emissão de gases do efeito estufa. Vale ressaltar que, em 2018, a produção de baterias na Gigafactory atingiu uma taxa anualizada de aproximadamente 20 GWh, tornando-a a fábrica de baterias de maior volume do mundo. A Tesla atualmente produz mais baterias em termos de kWh do que todas as outras montadoras combinadas. Inaugurada em 2014 em Nevada, a Gigafactory está sendo construída em fases para que a Tesla possa começar a fabricar imediatamente dentro das seções acabadas e continuar a expandir posteriormente. (TESLA, [S.d.]).

6 Aspectos Econômicos dos Veículos Elétricos

Indubitavelmente, principalmente em termos ambientais, os carros elétricos trazem benefícios imensuráveis para o aquecimento global, saúde da população e preservação da natureza. No entanto, é preciso analisar de maneira similar as variáveis econômicas que estão interligadas com o processo de eletrificação do setor automobilístico.

Primeiramente, os carros elétricos possivelmente possuem o potencial de colocar os empregos dos trabalhadores de montadoras que possui o conhecimento de carros movidos à gasolina sob ameaça, dado que essencialmente são produtos mais facilmente produzidos. A fim de ilustração, os veículos elétricos demandam 30% menos trabalho em sua produção quando comparado a um carro movido à gasolina. É essencial compreendermos também o impacto na relação de oferta e demanda, visto que não haverá mais relevância por peças como radiadores, velas, injeção eletrônica e câmbios, uma vez que os carros elétricos não as utilizam. Além disso, possuímos uma parcela relevante de fornecedores que fabricam esses produtos, que consequentemente verão suas funções extinguidas, ou seja, podemos enfrentar um risco de desemprego pela frente. Dessa forma, uma parcela menor de trabalhadores automotivos será demandada, e na verdade, as montadoras estarão em busca de uma mão de obra que possua habilidades técnicas mais elaboradas. Isto é, a eletrificação do setor automobilístico ameaçará demissões em massa em uma indústria que emprega direta e indiretamente 14,6 milhões de pessoas europeias, aproximadamente 7% da força de trabalho da Europa, de acordo com a Associação Europeia de Fabricantes de Automóveis em 2018. Logo, estaremos analisando futuramente uma maior demanda por engenheiros elétricos do que mecânicos nas montadoras. Em suma, não podemos deixar de observar os custos sociais que a transição para uma economia de baixo carbono desencadeia, dado que a eletrificação do setor automobilístico deve estar associada a geração de empregos alternativos e oportunidades de treinamento (Reuters, 2021). Isto é, vários estudos foram realizados para examinar os impactos econômicos da indústria de veículos elétricos. Como acontece com qualquer mudança, a transição para um setor de transporte movido a eletricidade terá vencedores e perdedores. A adoção

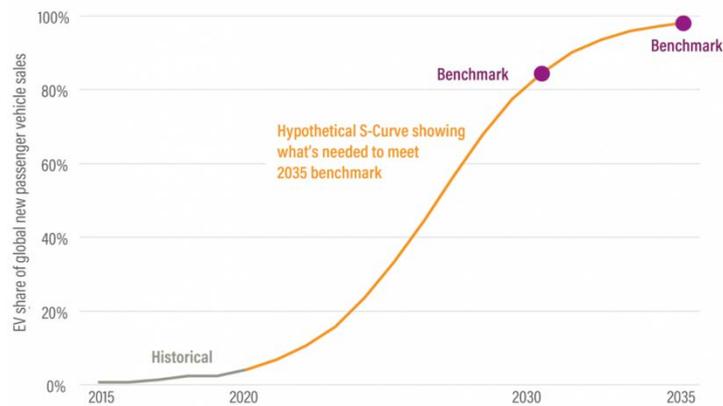
generalizada de carros elétricos resultará em perda de empregos na indústria de petróleo, em postos de gasolina e, possivelmente, na manutenção automotiva e na indústria mecânica. No entanto, empregos diretos serão criados na indústria automobilística na fabricação, pesquisa e desenvolvimento e fabricação de baterias. Os trabalhos indiretos resultarão da instalação e manutenção de equipamentos de abastecimento de veículos elétricos.

Ademais, fundamentalmente devemos nos atentar à adequação da cadeia de fornecedores, isto é, a transição ocorre substancialmente na mudança da necessidade de matérias-primas distintas, conseqüentemente influenciando diretamente a balança comercial dos países. A fim de ilustração, é sabido que o preço do aço, em automóveis movidos à combustão, influencia substancialmente os tributos, porém a partir da transição para os carros elétricos, veremos a substância como o níquel possuindo um papel maior na tributação. Daí, com o intuito de gerar maiores lucros, as empresas automobilísticas deverão avaliar de forma acertada as vantagens tributárias de cada fator que esteja correlacionado com a produção dos veículos elétricos.

Não obstante, é notório que a introdução de novas tecnologias é capaz de impactar um setor por inteiro, e a adoção de carros elétricos não poderia ser diferente. A sociedade contemporânea já vivenciou diversos cenários de introdução de novas tecnologias disruptivas, e prever o momento dessas mudanças é um trabalho extremamente custoso. Para exemplificar, seria possível há 50 anos estimar os efeitos da internet em nosso cotidiano? Imagino que não, ou seja, os carros elétricos irão impactar a nossa sociedade e revolucionarão o setor de maneira significativa, criando, portanto, um novo mercado, produto e serviço. Ou seja, de cavalos a carros, de telefones fixos a telefones celulares, ou de vídeos a streaming. Semelhante a outras tecnologias de criação de valor no passado, os especialistas concordam que o crescimento nas vendas de veículos elétricos provavelmente seguirá uma curva em S ou uma curva de difusão de mercado. O progresso ao longo de uma curva em S ocorre em etapas. No início, quando a tecnologia é inventada, o crescimento é lento e a incerteza é alta. No entanto, conforme os custos de tecnologia caem e a infraestrutura complementar é desenvolvida, um ponto de inflexão pode ser alcançado, fazendo com que a adoção do produto cresça exponencialmente. À

medida que mais atores ganham confiança e adotam a nova tecnologia, o crescimento atinge sua velocidade máxima, depois desacelera e se estabiliza conforme a nova tecnologia se torna dominante no mercado. (Joel Jaeger, 2021).

Possible Pathway for Passenger Electric Vehicles to Align with the 1.5°C Goal



Source: Authors and Climate Action Tracker 2020

WORLD RESOURCES INSTITUTE

Figura 7 - "Caminho possível para os veículos elétricos de passageiros se alinharem com o objetivo de 1,5°C" (Fonte: World Resources Institute)

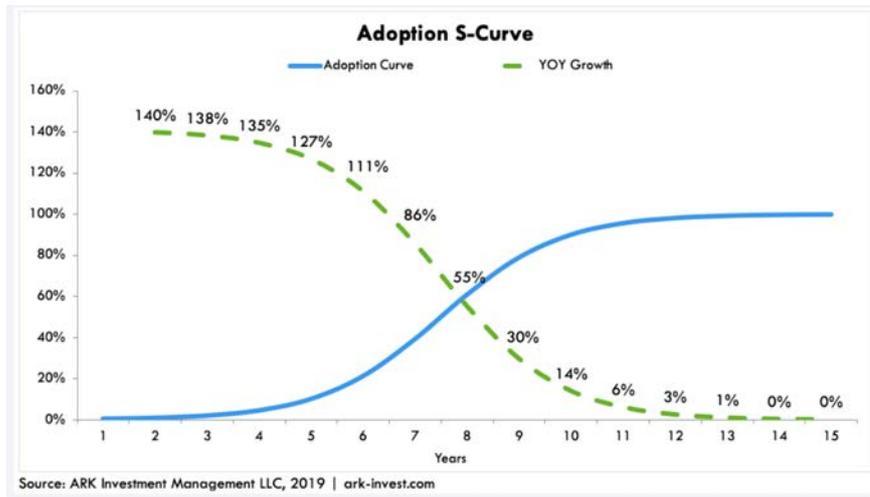


Figura 8 - "Adoção Curva S" (Fonte: ARK Investment Management, 2019)

Dito isso, é preciso considerar o outro lado da moeda relacionado a transição do setor automobilístico para uma economia de baixo carbono, sendo ela, a queda na demanda por petróleo. Segundo o estudo realizado pela BNEF em 2016, até 2040 estaríamos analisando uma queda diária no consumo em 13 milhões de barris de petróleo, um número alarmante para uma frota atual essencialmente dependente de

combustíveis fósseis. Esse impacto demonstra que, de fato, uma rápida transição do setor de transporte para uma economia de baixo carbono ocasionará danos irreversíveis para o setor petrolífero. Os governos precisam desenvolver estratégias de transição detalhadas para as indústrias afetadas pela mudança para veículos com emissões zero. Isso inclui o desenvolvimento de planos para recuperar a receita tributária perdida com a venda de combustíveis líquidos. As soluções politicamente aceitáveis para isso variam de acordo com a região. (BNEF, 2021). Estamos vivenciando a introdução de uma nova tecnologia extremamente competitiva para o setor automobilístico convencional, que conseqüentemente pode provocar uma limitação para os preços do petróleo em um cenário de longo prazo. No entanto, é preciso ressaltar que os mercados de petróleo ainda não estimam a relevância do impacto a introdução dos veículos elétricos no mercado, dado que carros plug-in representam uma parcela irrisória na frota mundial. Eles são uma raridade nas ruas da maioria dos países e ainda custam significativamente mais do que os carros movidos à gasolina. A fim de exemplificação, de acordo com o cenário estimado pelo HIS Markit Research, a demanda de petróleo e líquidos dos EUA poderia cair aproximadamente 25% dos 20,3 milhões de barris por dia consumidos em 2019. O caso Inflections projeta que a demanda global de petróleo atinja o pico em 2036 e depois diminua lentamente.

Devido a relevância que os veículos elétricos vêm ganhando ao longo dos anos no setor automotivo, *players* (instituições e indivíduos relevantes para o mercado) do setor petrolífero e das montadoras que são dependentes de gasolina não estão medindo esforços para limitar esse crescimento desenfreado dos VE. Até mesmo as ações realizadas por Donald Trump foram capazes de limitar a expansão da eletrificação do setor de transporte. O ex-presidente dos Estados Unidos, Donald Trump, impulsionou sua campanha e conquistou uma parcela relevante de seus votos através da onda de apoio aos operários, como por exemplo do setor automobilístico e petrolífero americano, visto que foram extremamente impactados pela tendência de globalização, deslocamento e flutuações nos preços das *commodities*, como por exemplo o petróleo e carvão. Essas medidas tiveram ampla influência na decisão do então presidente de retirar os Estados Unidos do Acordo de Paris. Dito isso, os principais lobistas do setor de petróleo estão batalhando no Congresso a fim de limitar esse crescimento em curva “S” dos carros elétricos, se

opondo, portanto, aos créditos fiscais para os VE e pleiteando pelo aumento das taxas dos veículos elétricos. Vale ressaltar que os ambientalistas argumentam que as motivações que sustentam as reivindicações do setor petrolífero se assemelham aos anos 1990, visto que esses grupos lançaram uma campanha na qual foi significativamente bem sucedida para acabar com o mandato de veículos com emissão zero da Califórnia, que determinou o governo do Estado determinou uma porcentagem crescente de carros vendidos no estado fossem veículos que não fossem movidos à gasolina. Por fim, é possível analisar que houve uma mudança relevante no lobby realizado no setor dos carros elétricos, dado que as montadoras no passado eram contra as regulamentações da Califórnia, todavia atualmente estão extremamente receptivas com as metas governamentais de incentivo à eletrificação do setor de transportes. (Gavin Bade, 2019).

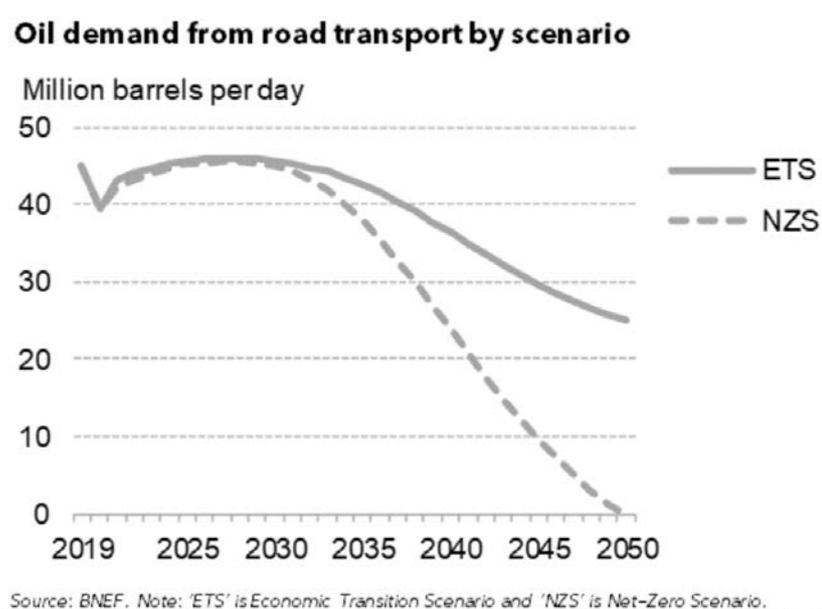


Figura 9 - "Demanda de petróleo do transporte rodoviário por cenário" (Fonte: BNEF, 2016)

Por fim, irei mencionar o artigo "Quantifying the societal benefits of electric vehicles" (2016) realizado por Ingrid Malmgren que possui como intuito abordar os custos e benefícios dos carros elétricos. Primeiramente, trataremos do potencial corte de gastos que um carro elétrico possui comparado a um carro movido à gasolina. Logo, Malmgren, autora do estudo comprovou a partir da calculadora NYSERDA Wattplan (a calculadora estima possíveis economias de custo e reduções de emissões com a compra de um EV), que somos capazes de economizar

em torno de US\$ 688 em gasolina a cada ano ao trocarmos um carro como o Honda Civic para um Nissan Leaf. No entanto, ainda é necessário considerar os custos no aumento do gasto com eletricidade residencial para assim carregarmos um carro elétrico, que é caracterizado por um aumento de US\$ 275 por ano, ou seja, podemos fazer uma economia de US\$ 413 por ano ao adquirir um VE, baseando em um cenário norte-americano. Vale ressaltar que as tarifas de eletricidade provavelmente serão mais estáveis do que os preços da gasolina, que em 2016 se encontravam em uma baixa comparado aos últimos 10 anos (nos Estados Unidos), portanto, é muito possível que a economia de combustível seja significativamente maior do que o valor apresentado aqui ao longo dos 10 anos de vida do veículo. Ademais, o estudo realizado aborda os benefícios do declínio da necessidade de manutenção de carros elétricos, visto que os carros elétricos possuem menos peças móveis do que os veículos convencionais com motor de combustão interna. A bateria, o motor e os componentes eletrônicos associados ao trem de força não requerem manutenção regular. As trocas de óleo tornam-se obsoletas e não há outros fluidos para trocar além do fluido de freio. Os freios em um veículo elétrico exigem menos manutenção do que os freios em um carro convencional, uma vez que o desgaste dos freios de um EV é significativamente reduzido devido à frenagem regenerativa. A Tabela abaixo é um resumo de um artigo publicado pela Inside EVs que detalhou a economia de custos de manutenção de possuir e operar um VE.

Table 2: Maintenance Costs over First 100,000 miles

Service/Maintenance	Traditional Vehicle	Electric Vehicle
Tires	\$700	\$700
Oil Change (every 5,000 miles)	\$600	0
Automatic Transmission Fluid	\$ 60	0
Spark Plugs and Wires	\$200	0
Muffler	\$180	0
Brakes	\$400	\$200
Total	\$2140	\$900

Figura 10 - "Tabela 2.: Custos de Manutenção nas primeiras 100.000 milhas.." (MALMGREN, 2016)

Aliás, não podemos deixar de analisar a perspectiva econômica que o estudo de Malmgren E realiza para a transição de uma economia de baixo carbono. Além da geração de empregos diretos e indiretos, os veículos elétricos custam menos para manter e operar. Cada dólar não gasto em gasolina, ou mudanças de óleo, ou fluido de transmissão tem o potencial de voltar para a economia local. De acordo com a U.S. Energy Information Administration, mais de 80% do custo de um galão de gás sai imediatamente da economia local. Ao reduzir os gastos com gasolina, uma parcela maior de dinheiro permanecerá no território e impulsionará a economia local. Um estudo da California Electric Transportation Coalition descobriu que cada dólar economizado com gastos com gás e usado para comprar outros bens e serviços domésticos gera 16 empregos no estado. (MALMGREN, 2016).

7 Conclusão

Em suma, o avanço de transformações de baixo carbono e redução da emissão de gases do efeito estufa demonstram uma perspectiva promissora tanto no curto-prazo, quanto no longo-prazo. Indubitavelmente, possuímos grandes impasses pela frente, no entanto a conscientização global sobre os problemas da crise climática traz bastante otimismo na elaboração de mudanças efetivas, como a adoção em massa de carros elétricos ao redor do mundo. É notório que a velocidade para conquistarmos a meta de aumento da temperatura de 2°C proposta pelo Acordo de Paris implica em uma redução expressiva da emissão de gases do efeito estufa. Dessa forma, dado que o setor de transportes é um dos maiores emissores de gases prejudiciais ao meio ambiente, a produção e adoção de VE é primordial.

Dito isso, com bastante otimismo, acredito que estamos caminhando para uma transformação no setor automobilístico que trará excelentes resultados, visto que estamos buscando apoio e colaboração entre diversos países como foi observado na COP-26. Portanto, a transformação do comportamento da sociedade aos dilemas climáticos, a cooperação global, entidades supranacionais que punem e dão benefícios aos cumpridores e descumpridores, o desenvolvimento de tecnologias e a conversão do setor automobilístico para economia de baixo carbono, estão, de fato, aumentando significativamente as chances da civilização humana conseguir evitar os piores cenários de aquecimento global.

Apesar de ainda estarmos enfrentando dilemas na transição do setor automobilístico para uma economia de baixo carbono, por conta do custo elevado de aquisição do veículo e a dificuldade da elaboração de um plano para o desenvolvimento dos postos de carregamentos, muito se foi discutido do crescimento e do potencial do crescimento desse setor, graças aos incentivos governamentais e iniciativas privadas que possuem o âmbito de fomentar essa nova tecnologia, extremamente capaz de reduzir as emissões de gases do efeito estufa, beneficiando, portanto, o meio ambiente.

8

Referências bibliográficas

AGENCY, International Energy. “Global EV Outlook 2021”. **Site IEA**, 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>.

_____. “Electric Vehicles Initiative Accelerating the Introduction and Adoption of Electric Vehicles Worldwide”. **Site IEA**, 2020. Disponível em: <https://www.iea.org/areas-of-work/programmes-and-partnerships/electric-vehicles-initiative>

BADE, Gavin. “The oil industry vs. the electric car” **Politico.com**, California, 2019. Disponível em: <https://www.politico.com/story/2019/09/16/oil-industry-electric-car-1729429>

CASULA, Giorgio. “A transição justa como solução para criação de emprego”. **Confederação Geral dos Trabalhadores Portugueses (CGTP-IN)**, [S.l.], 2016. Disponível em: <http://www.cgtp.pt/images/images/2016/11/TransicaoJusta.pdf>

CHANGE, Intergovernmental Panel On Climate. **The IPCC and the Sixth Assessment cycle**, IPCC, 2020.

CLIMAINFO, “Ford quer vender somente modelos elétricos na Europa até 2030”, **ClimaInfo**, [S.l.], 2021, Disponível em: <https://climainfo.org.br/2021/02/19/ford-quer-vender-somente-modelos-eletricos-na-europa-ate-2030/>

CNN Brasil. “HÁ 10 anos, a Tesla realizava seu IPO...” **CNN**, 2020, Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/ha-10-anos-a-tesla-realizava-seu-ipo-veja-as-previsoes-de-elon-musk-na-epoca/>, [S.l.], 2020.

FINANCE, Bloomberg New Energy. “Electric vehicle outlook 2016”. **Bloomberg Finance LP, Tech. Rep**, 2016. Disponível em: <https://about.bnef.com/blog/new-energy-outlook-2016-watch-the-story-unfold/>

FINANCE, Bloomberg New Energy. “Electric vehicle outlook 2021”. **Bloomberg Finance LP, Tech. Rep**, 2021. Disponível em: <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>

ISTOÉ, Dinheiro. “Vendas de carros elétricos dobram na Europa em 2020”, **Revista ISTOÉ**, [S.l.], 2021. Disponível em: <https://www.istoedinheiro.com.br/vendas-de-carros-eletricos-dobram-na-europa-em-2020/>

JAEGER, Joel. “Explaining the Exponential Growth of Renewable Energy”. **World Resources Institute**, [S.l.], 2021. Disponível em: <https://www.wri.org/insights/growth-renewable-energy-sector-explained>

KOLODNY, Lora. “Tesla stock is up more than 4000% since its debut 10 years ago” **CNBC**, Jun. 2020. Disponível em: <https://www.cnbc.com/2020/06/29/tesla-stock-up-4125percent-since-ipo-ten-years-ago.html>

KÜPPER, Daniel et al. “Shifting Gears in Auto Manufacturing”, **Boston Consulting Group (BCG)**, Boston, 2020. Disponível em: <https://www.bcg.com/en-br/publications/2020/transformational-impact-of-electric-vehicles-on-automanufacturing>

Neves, Livia. Solar e eólica terão 51% da matriz elétrica brasileira em 2050. **CO2 Energia**, [S.l.], 2019. Disponível em: <https://co2energia.blogspot.com/2019/07/>

MALMGREN, Ingrid. Quantifying the societal benefits of electric vehicles. **World Electric Vehicle Journal, EVS29 Symposium**, v. 8, n. 4, p. 996-1007, 2016.

NATIONS, United. “The Paris Agreement”. **Site das Nações Unidas: “un.org”**, [S.l.], 2020. Disponível em: <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement>

_____. “Zero Emission Vehicle Pledges Made at COP26”. **Site das Nações Unidas: “unfccc.int”**, [S.l.], 2021. Disponível em: <https://unfccc.int/news/zero-emission-vehicle-pledges-made-at-cop26>

OLIVEIRA, Ricardo de. “Rivian: sem vender carros, empresa é a maior dos EUA”. **Notícias Automotivas**, [S.l.], 2021. Disponível em: <https://www.noticiasautomotivas.com.br/rivian-sem-vender-carros-empresa-e-a-maior-dos-eua/>

REUTERS, Instituto. “Nissan diz que novos modelos nos principais mercados serão eletrificados até começo de 2030.” **Instituto Reuters**, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/reuters/2021/01/27/nissan-diz-que-novos-modelos-nos-principais-mercados-serao-eletrificados-ate-comeco-de-2030.htm>,

SPERLING, Dan. et al. Transportation in Developing Countries: Greenhouse Gas Scenarios for Chile. **Pew Center on Global Climate Change, Arlington**, 2002. Disponível em: <https://www.c2es.org/document/transportation-in-developing-countries-greenhouse-gas-scenarios-for-chile/>

TAYLOR et al. “How Tesla defined a new era for the global auto industry.” **Institute Reuters**, [S.l.], 2020. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/us-autos-tesla-newera-insight-idUSKCN24N0GB>

TESLA, History of. “Timeline and Facts”. **The street**, 2020, Disponível em: <https://www.thestreet.com/technology/history-of-tesla-15088992>

TESLA. “Tesla Gigafactory”, **Site da Tesla**, Nevada, [S.d.]. Disponível em: <https://www.tesla.com/gigafactory>

U.S. Department of Energy, “Timeline: History of the Electric Car”, **U.S. Federal Government**, [S.l.],[S.d.], Disponível em: <https://www.energy.gov/timeline/timeline-history-electric-car>

VENDITTI, Mário Sérgio. “Empresas ampliam infraestrutura e avaliam cobrar pela recarga” **Jornal Estadão**, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://mobilidade.estadao.com.br/inovacao/empresas-ampliam-infraestrutura-e-avaliam-cobrar-pela-recarga/>