

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Departamento de Economia



Monografia de Final de Curso

Tesla Motors: A introdução dos veículos elétricos nos EUA, seu impacto para a economia, bem como suas externalidades.

Orientador do Trabalho: Prof. Sergio Besserman Vianna

Coordenador da Monografia: Prof. Marcio Gomes Pinto Garcia

Yuri Alter Szaniecki

(1312811)

Rio de Janeiro

Julho, 2019

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Departamento de Economia



Monografia de Final de Curso

Tesla Motors: A introdução dos veículos elétricos nos EUA, seu impacto para a economia, bem como suas externalidades.

Orientador do Trabalho: Prof. Sergio Besserman Vianna

Coordenador da Monografia: Prof. Marcio Gomes Pinto Garcia

Yuri Alter Szaniecki

(1312811)

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

Rio de Janeiro

Julho, 2019

“As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor”.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer, em primeiro lugar, a meus pais. Queridos Rose Marie Castro e Stanislaw Szaniecki, sem seu esforço, apoio e carinho, essa caminhada certamente teria sido ainda mais difícil.

Em outro plano, reitero que a PUC-Rio e o curso de Ciências Econômicas moldaram e mudaram o modo como enxergo o mundo, a vida e a mim mesmo. Tenho que agradecer, portanto, pelas maravilhosas pessoas que na minha vida entraram, sejam professores ou alunos.

Julgo como impossível incluir todas as pessoas que de alguma forma contribuíram em minha formação como indivíduo e como economista. Contudo, a omissão de certos nomes seria criminosa, de modo que a estes fica o meu mais sincero gesto de apreço e agradecimento.

À Luma Miranda Gaspar, Maria Carolina Soares, Victor Rafael Araújo, Pedro Gomes Branco, Bernardo Barata, Daniel Souza, Gabriel Schirmer, Gabin Dauga, Pedro Klautau, Gabriel Barbosa; saibam que, sem vocês, minha monografia e minha experiência universitária não teria sido a mesma. Muito obrigado por tudo.

Gostaria também de agradecer a meu orientador de monografia, uma verdadeira inspiração e modelo, Sergio Vianna Besserman. Tenho orgulho e felicidade em poder dizer que sou seu aluno, orientando e amigo.

Lista de Gráficos

Gráfico 1: “Emissões de Carbono de 1900-2014 devido a combustíveis fósseis”

Gráfico 2: “Emissões de Carbono estimadas com os níveis atuais”

Gráfico 3: “Emissões de Carbono estimadas com os níveis do Acordo de Paris”

Gráfico 4: “Emissões de Carbono estimadas para não cruzarmos limiar de 2°C”

Gráfico 5: “Vendas mensais de veículos a bateria elétrica”

Gráfico 6: “Aumento das vendas anuais de veículos a bateria elétrica”

Gráfico 7: “Comparativo de vendas entre os modelos e a marca”

Gráfico 8: “Número de carros elétricos batendo a marca de 1 milhão de unidades”

Gráfico 9: “Estimativas dos impactos da economia de combustível da penetração no mercado de PEV no sudoeste dos EUA”

Sumário

1- Introdução.....	6
1.1. O Acordo de Paris.....	7
1.2. Matrizes Energéticas Limpas: O Contexto Mundial.....	8
1.3. Crise Climática.....	9
2- Sobre a Tesla Motors e seu ecossistema.....	13
2.1. A Companhia.....	13
2.2. O Setor.....	15
2.3. O ano de 2018 para o setor automobilístico americano.....	16
3- Energias limpas: Panorama geral.....	21
3.1. Sistema de eletricidade e os pontos de recarga.....	21
3.2. Adesão de empresas “invasoras”.....	22
3.3. Mercado de Carbono.....	23
3.4. Concessionárias, mobilidade urbana e outros setores de transporte.....	24
4 - Análise Macroeconômica.....	26
4.1 - Impactos relevantes.....	29
5- Conclusão.....	30
6- Referências Bibliográficas.....	31

1- Introdução

Uma vez analisada a gravidade dos impactos das mudanças climáticas, os problemas associados à perda de biodiversidade e outras questões da crise ecológica global, a preocupação com a utilização de fontes de energia limpa aumentou nas últimas décadas. O uso de matrizes energéticas alternativas é um desafio de longo prazo, devido às diversas externalidades a ele associadas. A rigidez dos contratos, os interesses políticos dos gigantes da indústria de petróleo e gás, bem como uma gama de outras variáveis, são alguns dos muitos motivos pelos quais a transição para fontes de energia mais limpas é gradual e difícil.

Nesse prisma, o caso específico no qual iremos concentrar nosso esforço será o da *Tesla Motors*, fundada em 2003 por Martin Eberhard e Marc Tarpenning e hoje liderada pelo bilionário Elon Musk. A *Tesla Motors* entrou no mercado com o conceito de um carro esportivo voltado para os primeiros adeptos, seguido pelos veículos convencionais e de massa, todos servindo como um catalisador para acelerar o “dia dos veículos elétricos”.

Iremos estudar, assim, como a entrada da Tesla Motors no mercado automobilístico afetou a economia norte-americana (em especial a indústria de seu setor) e como deverá afetar nos próximos anos, bem como o impacto ambiental dessa entrada, com a substituição dos motores movidos a fontes de carbono por motores movidos a energia elétrica. Para isso, antes, iremos contextualizar a importância da substituição e/ou “limpeza” das matrizes energéticas, reiterando os perigos ambientais e econômicos oriundos do aquecimento global que geram tal demanda.

O trabalho tem como principal objetivo avaliar se a introdução dos carros elétricos na economia norte-americana vem trazendo benefícios sociais significativos, podendo configurar transição para tal matriz energética como um processo extremamente positivo. Além disso, buscar-se-á projetar quais seriam as consequências de tal transição para diversos setores da economia norte-americana.

Esse movimento será tecido através do método de pesquisa bibliográfica. Através da leitura dos artigos e *papers* e da análise das bases de dados disponíveis, o trabalho procura investigar resultados que comprovem ou não corroborem com a existência de efeitos positivos da entrada com força dos carros elétricos no mercado americano. A maior parte

do trabalho, portanto, é teórica, devido ao fato dos dados serem relativamente limitados. Contudo, a pesquisa buscou encontrar ferramental necessário para o estabelecimento de resultados empíricos relevantes.

1.1 - O Acordo de Paris

O Acordo de Paris é um tratado assinado em 2016, em Nova Iorque, com o objetivo de instituir medidas que melhor regulam a emissão dióxido de carbono a partir do ano de 2020. O acordo foi tratado durante a COP-21, em Paris, e foi aprovado em 12 de dezembro de 2015.

Para atingir esse objetivo, os principais pontos do acordo seriam: garantir que a temperatura média do planeta aumente menos de 2°C acima dos níveis pré-industriais, para então prosseguir os esforços para limitar o aumento da temperatura a até 1,5°C, reduzindo consideravelmente os impactos do aquecimento global; e a fim de conter a ameaça à produção de alimentos (dentre outros setores afetados), buscar aumentar a resiliência em relação aos impactos adversos do aquecimento global e a diminuição de emissões de gases do efeito estufa.

[...] outro aspecto que precisa evoluir nas negociações do livro de regras é o dos mecanismos de **mercado de carbono**. O Acordo de Paris admite que os países possam trabalhar de forma cooperativa na redução de suas emissões, inclusive por meio de mercados de emissões pelos quais possam trocar entre si “excedentes” de permissões para emitir gases de efeito estufa. Essas trocas podem inclusive acontecer por meio da implantação de projetos de baixo carbono em um determinado país, cujos créditos sejam usados para contabilizar positivamente na NDC de um outro país, que financie estes projetos. Este último modelo é semelhante ao do famoso Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Kyoto, que permitia que países em desenvolvimento hospedassem projetos para geração de créditos de carbono que seriam abatidos dos compromissos dos países desenvolvidos junto ao Protocolo. A diferença do MDL para o novo mecanismo é que agora tanto países desenvolvidos quanto países em desenvolvimento podem indistintamente hospedar ou financiar projetos. (PROLO, 2018)

Ainda nesse prisma, é importante ressaltar que, em 2018, Donald Trump anunciou que os Estados Unidos (EUA) seriam um dos países a não integrar o Acordo de Paris. Porta-vozes do governo esclareceram que Trump encerraria as taxas de redução de carbono implementadas durante o governo anterior e que a retirada do país do acordo climático seria realizada em acordo com o processo legalmente previsto pelas Nações Unidas (G1, 2017).

Nesse contexto, o objetivo do estudo é justamente analisar o caso de uma empresa americana no setor automobilístico (a *Tesla Motors*), uma das mais afetadas pelas leis que regulam a emissão de gases estufa, na qual essa empresa é exatamente a grande inovadora na implementação de uma matriz energética mais limpa, contribuindo assim para o cumprimento do que foi estabelecido no Acordo de Paris.

1.2 - Matrizes Energéticas Limpas: O Contexto Mundial

O quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, também conhecido abreviadamente como quinto relatório do IPCC (a partir da sigla do Painel em inglês, IPCC), é a mais recente atualização das atividades do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, compilando os estudos de milhares de pesquisadores e cientistas de todo o planeta acerca do aquecimento global: “Além de restringir os impactos das mudanças climáticas, a redução das emissões de gases de efeito estufa proporcionará vários benefícios decorrentes do esforço de limitação da elevação da temperatura em 1,5°C” (CLIMAINFO, 2018a).

O relatório de avaliação do IPCC inclui novas evidências da mudança climática, baseadas em muitas análises científicas independentes, avanços nos modelos climáticos e na maior compreensão dos sistemas climáticos. Segundo este, há mais de 95% de certeza sobre a influência humana no agravamento do aquecimento global (Ibid.).

O relatório reafirma a necessidade e a urgência para enfrentar o aquecimento global. O aquecimento do sistema climático é real e, desde a década de 1950, as alterações no meio ambiente atingiram volume sem precedência. A atmosfera e os oceanos aqueceram, a quantidade de neve e gelo diminuíram, o nível do mar muito subiu e as concentrações de gases estufa se elevaram substancialmente (Ibid.).

A taxa de elevação do nível do mar desde a metade do século XIX foi maior do que a taxa média dos últimos dois milênios. No período entre 1901 e 2010, a média global do nível do mar se elevou 0.19m, o que é absolutamente preocupante. Além disso, a concentração de dióxido de carbono (CO₂), metano e óxido nitroso na atmosfera aumentaram a níveis sem precedentes nos últimos oitocentos mil anos. As concentrações de CO₂ aumentaram 40% desde os tempos pré-industriais, primariamente pelas emissões

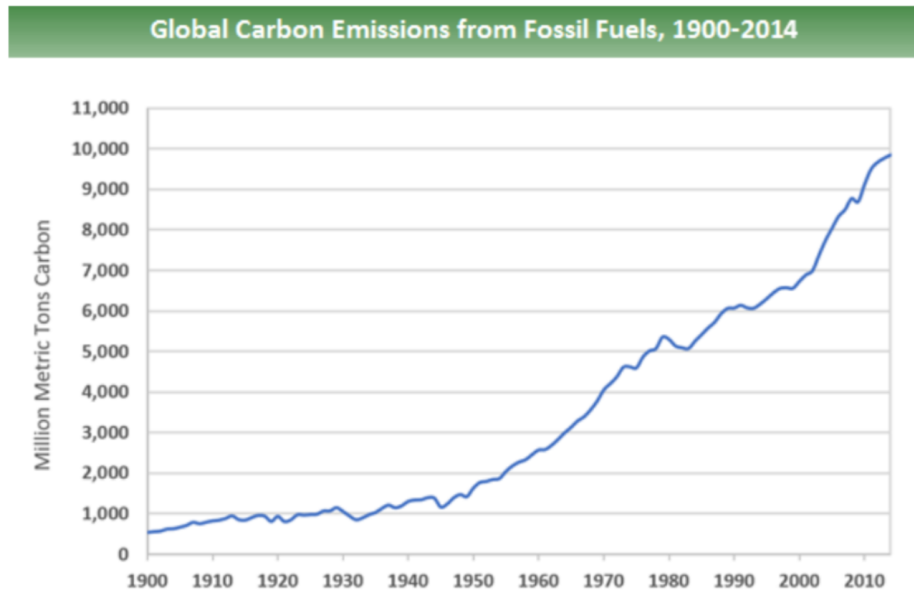
advindas do uso de combustíveis fósseis e, secundariamente, devido às mudanças no uso do solo. Os oceanos absorveram cerca de 30% do dióxido de carbono emitido pela humanidade, levando à acidificação (Ibid.).

Diante disso, fica clara a influência humana sobre o sistema climático. O aquecimento observado é consistente com as simulações que incluem fatores antropogênicos. E ainda nesse prisma, temos que as causas da elevação da média global do nível do mar: o aquecimento dos oceanos, a diminuição das geleiras e placas de gelo, a redução da água armazenada em terra.

Para uma Sensibilidade Climática de Equilíbrio (ECS, sigla em inglês) de 3°C, a Terra cruzaria o limiar de aquecimento perigoso de 2°C em 2036, ou seja, em apenas 22 anos. Considerando o valor mais baixo de ECS de 2,5°C, o mundo cruzaria o limiar em 2046, dez anos mais tarde. Mesmo se aceitarmos um valor menor de ECS, este simplesmente nos ofereceria um pouco de tempo – potencialmente valioso – para impedir que o planeta cruze esse limiar (Ibid.).

1.3 - Crise Climática

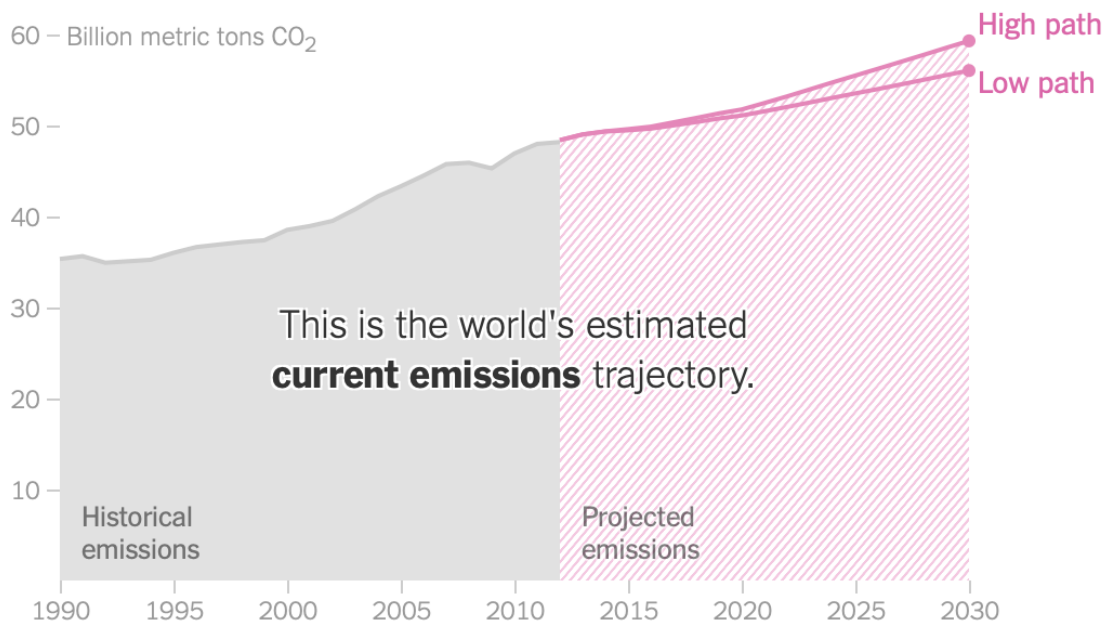
Chegou a hora de pararmos de tratar a mudança climática como problema longínquo. O panorama atual acerca da emissão de carbono é verdadeiramente catastrófico e deveras preocupante. O *Environmental Protection Agency* (EPA), em seu relatório anual de Inventário de Emissão de Gases de Efeito Estufa do país, declarou que em 2016 foram liberados aproximadamente 6.5 milhões de metros cúbicos de gás carbônico equivalentes pelos americanos (valor corresponde a 15% das emissões globais como demonstrado pelo gráfico abaixo).

Gráfico 1: “Emissões de Carbono de 1900-2014 devido a combustíveis fósseis”

Fonte: <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-dat>

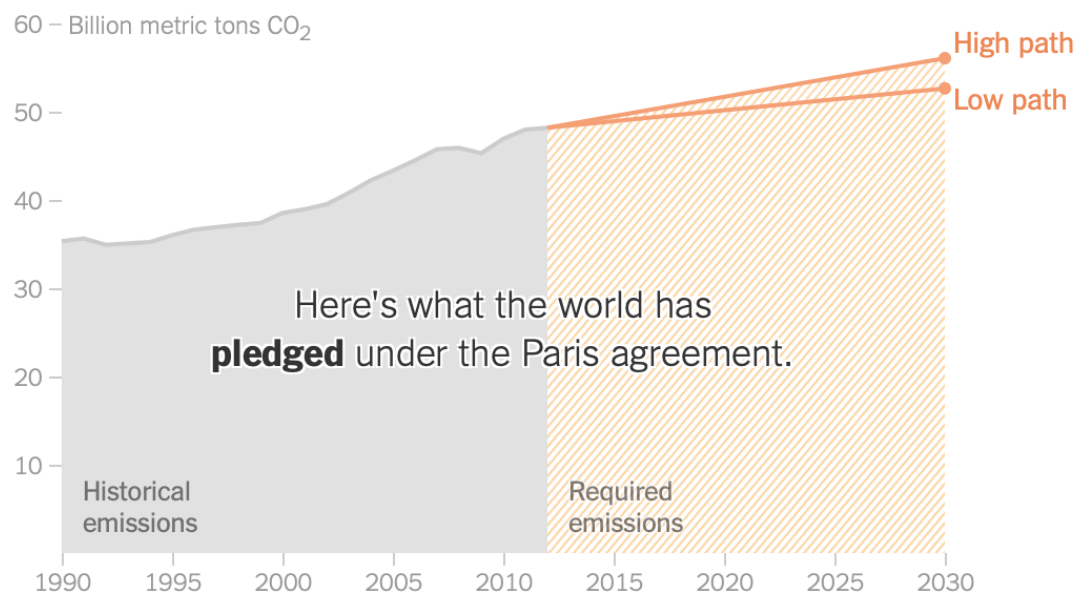
A situação é tal que, dado o iminente cruzamento do limiar de aquecimento perigoso de 2°C, instituições ambientais pararam de falar sobre mudanças climáticas e passaram a usar o termo “crise climática” para designar o estado que vemos mundo afora. O gráfico de 2017 abaixo mostra como dois anos após os países assinarem o Acordo de Paris, o mundo continua longe de evitar o drástico aquecimento global nas próximas décadas.

Gráfico 2: “Emissões de Carbono estimadas com os níveis atuais”



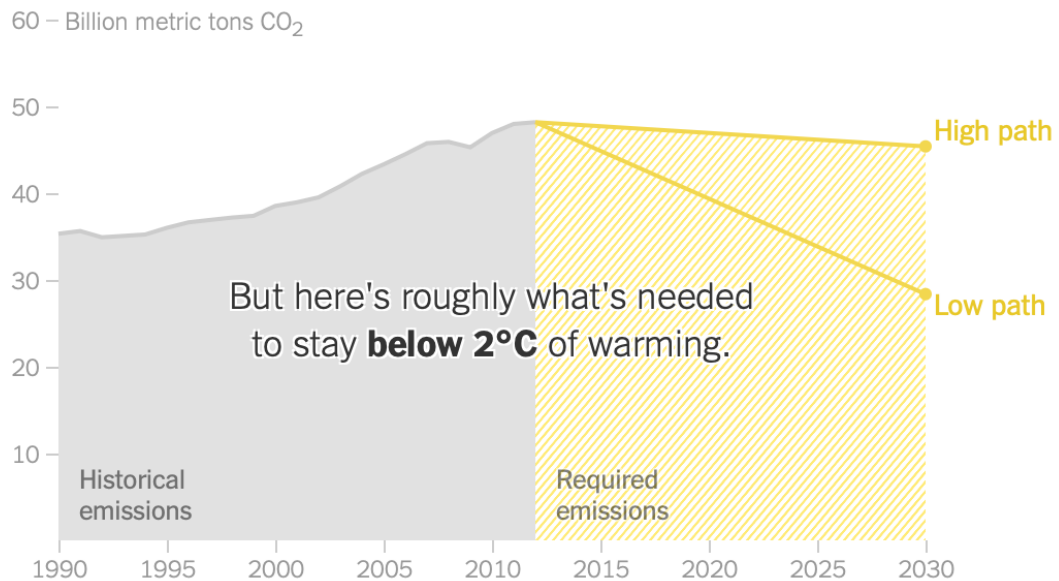
Fonte: GONCHAR, 2019

Gráfico 3: “Emissões de Carbono estimadas com os níveis do Acordo de Paris”



Fonte: GONCHAR, 2019

Gráfico 4: “Emissões de Carbono estimadas para não cruzarmos limiar de 2°C”



Fonte: GONCHAR, 2019

Diante de tal cenário, fica clara a necessidade da progressiva substituição da matriz energética, de modo à emissão de gases estufa ser mitigada, controlada. O que será estudado é justamente como a troca da matriz energética pode vir sem o custo financeiro. O exemplo de sucesso da *Tesla Motors* é potencialmente o fator catalisador para um mundo mais “limpo” e, em luz disso, para realizar a pesquisa, foram utilizadas de algumas bases de dados, tais como o *The Electronic Vehicle World Sales Database* (IRLE, 2019), o Relatório *Plug-In Electric Vehicles: Economic Impacts and Employment Growth* (WINEBRAKE et al., 2017) e o Relatório *How Leading Utilities are Embracing Electric Vehicles* (SALISBURY & TOOR, 2016).

2- Sobre a *Tesla Motors* e seu ecossistema

2.1 - A Companhia

A *Tesla* foi fundada em 2003, por um grupo de engenheiros que queriam provar — para os céticos em relação aos veículos elétricos— que carros movidos a energias limpas poderiam ser melhores, mais rápidos e mais divertidos de dirigir do que os carros movidos à gasolina. A *Tesla Motors* pretendia mudar a indústria automotiva, criando muitas peças inovadoras que se encaixam e suas estratégias de marketing, produção, vendas e tecnologia são notavelmente diferentes de seus concorrentes. A estratégia da empresa foi emular os ciclos de vida típicos de produtos tecnológicos e, inicialmente, ter como alvo compradores influentes (os chamados *social influencers*). Em seguida, conseguiram migrar para mercados maiores a preços mais competitivos e, hoje, constroem não apenas veículos totalmente elétricos, mas também produtos de geração e armazenamento de energia limpa infinitamente escaláveis. Devido a tal *approach* inovador, arrojado e visionário, Elon Musk e a *Tesla Motors* conseguiu *glamourizar* a aquisição de um veículo elétrico, algo antes visto como “antiquado” (TESLA, 2019).

Demarcando o início dessa trajetória de sucesso, em 2008 tivemos o lançamento do *Tesla Roadster*, que introduziu a tecnologia de bateria de ponta e o *powetrain* elétrico da *Tesla*. Em seguida, a *Tesla* projetou o primeiro sedã totalmente elétrico *premium* do mundo, o *Model-S*, que se tornou o líder em todos os quesitos, em sua categoria. O *Model-S* redefiniu as expectativas do mundo para o veículo automotivo do século 21, com a maior variedade dispositivos e funcionalidades de qualquer veículo elétrico, o melhor desempenho de bateria entre os carros elétricos já produzidos e atualizações de *software* melhoram seu sistema operacional ao longo do tempo e o menor tempo de aceleração entre 0 e 60 mph já registrado, até seu lançamento (Ibid.). Já em 2015, a *Tesla* expandiu sua variedade de modelos com o *Model X*, o veículo utilitário esportivo mais seguro, rápido e capaz da história. O *Model X* possui classificações de segurança de 5 estrelas em todas as categorias da *National Highway Traffic Safety Administration*, sendo essa portanto uma enorme garantia acerca de seu desempenho nesse quesito. Finalmente, em 2016, a *Tesla* apresentou o *Model-3*, um veículo elétrico de baixo custo que começou a produzir em 2017.

O primeiro modelo “popular” da marca se traduziu num tremendo sucesso de vendas, nos EUA. Além disso, a Tesla também apresentou o caminhão mais seguro e confortável de todos os tempos, projetado para poupar aos proprietários do mesmo pelo menos US\$ 200.000 ao longo de um milhão de milhas, com base apenas nos custos de combustível (Ibid.).

Todos os veículos *Tesla* são produzidos em sua fábrica em Fremont, Califórnia, onde a grande maioria dos componentes do veículo também é fabricada. Para alcançar sua meta de ter as fábricas mais seguras do mundo, a *Tesla* está adotando uma abordagem proativa em relação à segurança, exigindo que os funcionários de produção participem de um programa de treinamento de vários dias antes de colocar os pés no chão da fábrica. A partir daí, a *Tesla* continua a fornecer treinamento no local de trabalho e acompanhar o desempenho diariamente, de modo que melhorias possam ser feitas rapidamente. O resultado é que a taxa de segurança da *Tesla* continua melhorando enquanto a produção do *Model-3* aumenta (Ibid.).

Para criar um ecossistema de energia sustentável, a *Tesla* também fabrica um conjunto exclusivo de soluções de energia (*Powerwall*, *Powerpack* e *Solar Roof*), permitindo que proprietários de casas, empresas e concessionárias gerenciem a geração, armazenamento e consumo de energia renovável. O suporte aos produtos automotivos e de energia da *Tesla* é o *Gigafactory 1* - uma instalação projetada para reduzir significativamente os custos das células de bateria. Ao trazer internamente a produção de células, a *Tesla* fabrica baterias nos volumes necessários para atingir as metas de produção, criando milhares de empregos (Ibid.).

E isso é apenas o começo. Com a *Tesla* construindo seu carro mais acessível, ela continua a tornar seu produtos cada vez mais próximos a mais e mais pessoas, acelerando o advento do transporte limpo e da produção de energia limpa. Carros elétricos, baterias e geração e armazenamento de energia renovável já existem independentemente, mas quando combinados, eles se tornam ainda mais poderosos, segundo a filosofia da companhia (Ibid.).

A *Tesla* acredita que quanto mais rápido o mundo deixar de depender de combustíveis fósseis e se mover em direção a um futuro sem emissão de gases estufa, melhor. Nesse prisma, motivação de nosso estudo será analisar os resultados que a *Tesla*

obteve nos últimos anos e como ela afetou a economia norte-americana, de modo a estimar os benefícios sociais que ela gera (suas externalidades positivas). A evidência de resultados substanciais é um forte argumento favor da substituição das matrizes energéticas, algo fundamental para a sustentabilidade do meio ambiental global.

2.2 - O Setor

O setor automobilístico, naturalmente, é um dos principais nichos afetados pela questão da transição das matrizes energéticas. O mesmo está sendo, portanto, extremamente afetado pela nova filosofia introduzida pela *Tesla*, desde sua criação. A reflexão acerca da transição para matrizes energéticas mais limpas vem moldando a temática de debates e ditando o ritmo para a maior representatividade desse tipo de discussão no ambiente político.

Por exemplo, em uma reunião climática da ONU em 2007, John Holdren, que mais tarde se tornaria o principal assessor científico do presidente Barack Obama, disse: “Basicamente, temos três escolhas: mitigação, adaptação e sofrimento” (HOLDREN, 2007). A maioria dos textos sobre tecnologia e mudança climática ainda se concentra na “mitigação”, isto é, na redução de emissões, por meio de fontes de energia limpa, baterias melhores, veículos elétricos elegantes e assim por diante.

O crescimento das energias renováveis praticamente não prejudicou o uso de combustíveis fósseis; é em grande parte a custo da energia nuclear, outra fonte de baixo carbono. Mas um retorno da energia nuclear parece cada vez mais improvável agora que os escândalos de corrupção afundaram o programa nuclear da Coreia do Sul, um dos mais ambiciosos do mundo.

Não menos importante é o trabalho que está sendo feito para entender o quão ruim o sofrimento será e onde. Novos modelos preditivos, baseados em grandes quantidades de dados, fornecem uma ideia melhor de onde as pessoas serão deslocadas. Da mesma forma, a pesquisa intensiva em dados está reduzindo a ampla faixa de incerteza sobre o quanto a temperatura global aumentará. Outras modelagens estão tornando cada vez mais claro que os danos serão distribuídos de forma desigual: algumas regiões poderão desfrutar de

benefícios de temperaturas mais altas. Enquanto isso, a iminente crise hídrica da Índia é um aviso gritante do que o resto do mundo tem que esperar.

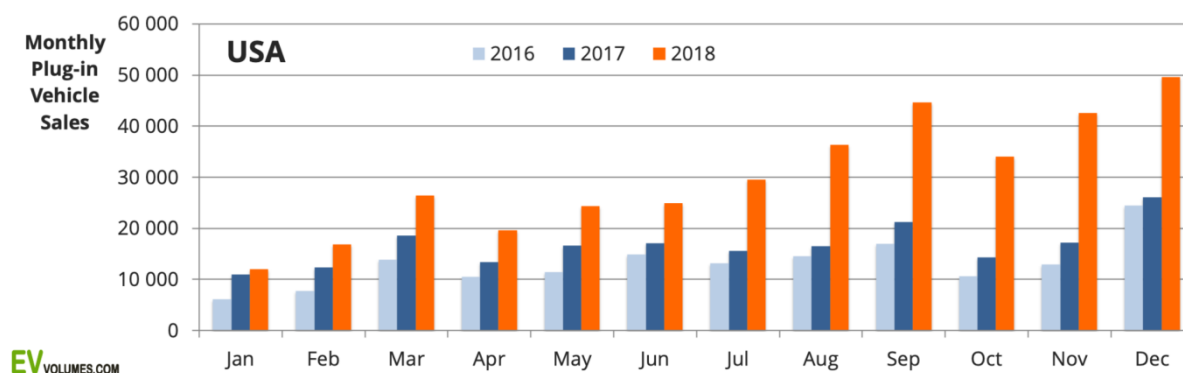
Em última análise, claro, a mudança climática afeta a todos. Devemos, portanto, analisar como a introdução dos carros elétricos vem afetando o setor, quais são as projeções para suas externalidades, assim como quais são os grandes desafios e as vantagens que a introdução dos veículos elétricos tem tido, na indústria automobilística norte-americana.

2.3 - O ano de 2018 para o setor automobilístico americano

Dois mil e dezoito foi um ano de absoluto sucesso para a adoção de veículos elétricos nos EUA: 360.800 modelos foram entregues, 81% a mais que em 2017 e com a maior taxa de crescimento desde 2013. Os veículos elétricos “puros” ganharam mais e representaram 66% das vendas; 34% eram híbridos. Em 2017, a relação foi de 53% elétricos para 47% híbridos. O total preliminar para o mercado de veículos leves dos EUA foi de 17,3 milhões, um aumento de 0,5% em relação a 2017 (IRLE, 2019).

As vendas desses automóveis nos EUA, em 2018, foram impulsionados principalmente pela sensação de momento da *Tesla*, o *Model-3*: atrapalhado por alguns problemas durante a primeira metade do ano, o mesmo reagiu e tornou-se o veículo elétrico mais vendido de todas as categorias no segundo semestre, alcançando cerca de 1000 unidades por dia (Ibid.). Cerca de 146 mil unidades do *Model-3* foram entregues a clientes nos EUA e Canadá, dos quais 119 mil foram entregues no segundo semestre de 2018 (Ibid.).

O novo *Tesla* provou ser o *turning point* que o mercado esperava que fosse, abalando não apenas o setor de veículos elétricos. O *Model-3* tornou-se uma alternativa totalmente competitiva aos veículos movidos a carbono bem estabelecidos, agora entre os 5 carros mais vendidos no mercado dos EUA. Entre os carros médios de luxo na faixa de preço comparável, o *Model-3* capturou 40% do segmento durante o terceiro e quarto trimestres. Um claro avanço que, considerando o resultado financeiro do *Tesla* Q3, pode ser feito com lucro (Ibid.).

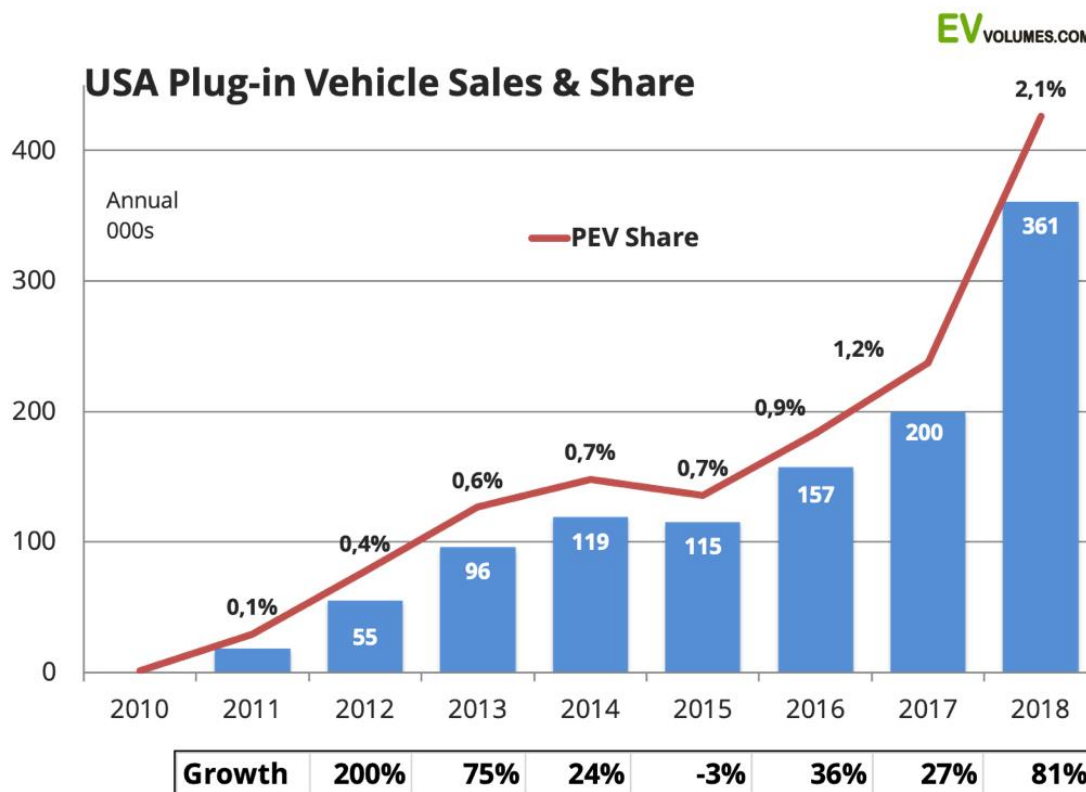
Gráfico 5: “Vendas mensais de veículos a bateria elétrica”

Fonte: IRLE, 2019

Os EUA aumentaram veementemente sua produção e vendas de veículos elétricos em 2018. A taxa de crescimento de 81% é comparável a 2011-2013, quando o advento do *Chevy Volt*, do *Nissan Leaf* e do *Tesla Model-S* criou a primeira onda de veículos a bateria elétrica. Essa fase foi seguida por um período de quatro anos de aumentos moderados, até mesmo quedas temporárias. Mas agora em 2018, a segunda onda já é quatro vezes maior que a anterior (até pelo *Model-3* ser um modelo mais popular que o *Model-S*, por exemplo), números empolgantes (Ibid.).

As vendas ainda estão concentradas em determinados estados: de acordo com o rastreador da Auto Alliance, 50% das vendas nos EUA foram na Califórnia durante o período de 12 meses encerrado em agosto de 2018. 12% estão em outros estados com mandatos ZEV (veículos de zero emissão de carbono) e 38% estão fora dos estados com mandatos de ZEV. A parcela variou tanto quanto de 6,6% na Califórnia a 0,2% em Dakota do Norte durante o período (Ibid.).

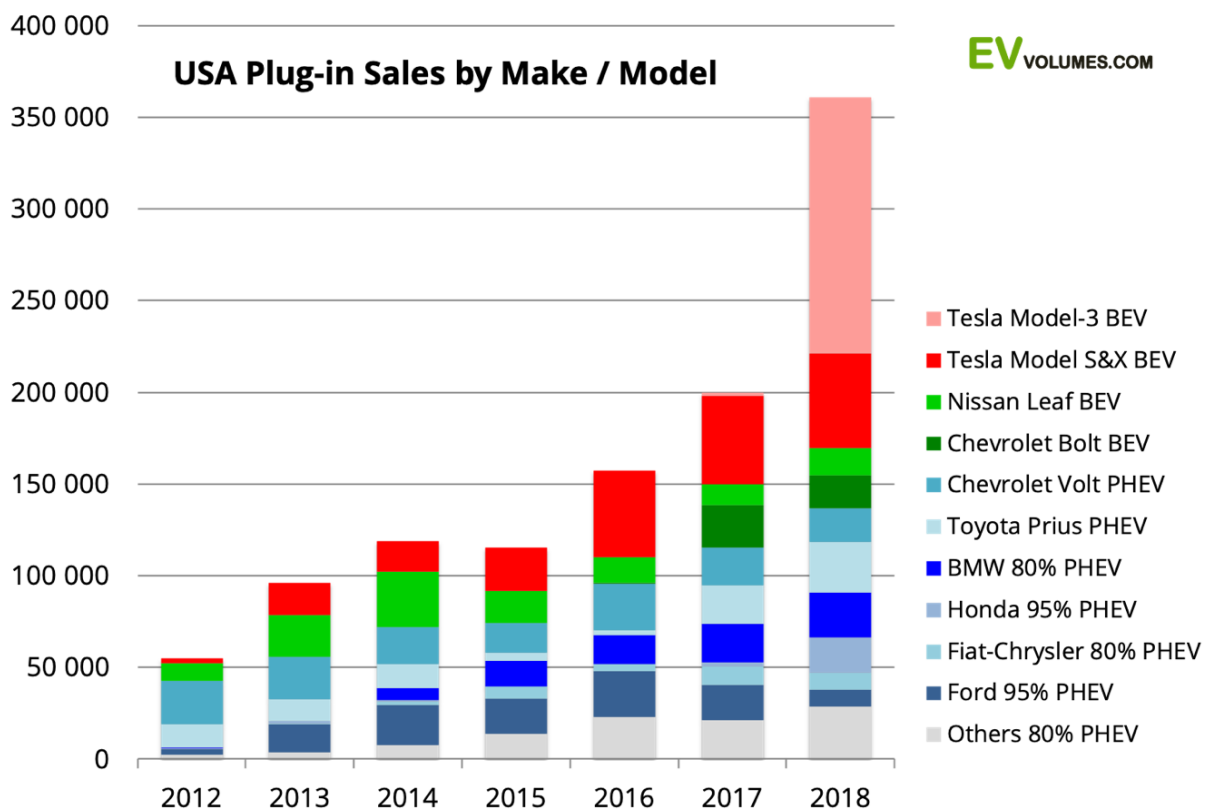
Gráfico 6: “Aumento das vendas anuais de veículos a bateria elétrica”



Fonte: IRLE, 2019

Desde que começou com a produção em volume, a *Tesla* tem sido a maior contribuinte individual para o crescimento de veículos elétricos nos EUA. Sem o Model-3, o mercado continuou no ritmo anterior e vagaroso. Sua chegada mudou completamente o mercado, elevando o nível dos carros à bateria elétrica e dos carros com motor a combustão. Os volumes de vendas mensais durante o segundo semestre estavam entre os mais vendidos no mercado de carros dos EUA, perto de placas de identificação como *Toyota Camry*, *Honda Civic*, *Honda Accord* e *Toyota Corolla*, todas movidas a motores de combustão de carbono (Ibid.).

Dito isso, é bom citar que a Tesla agora representa metade do volume de carros elétricos dos EUA. O cenário é tal que, contando apenas os veículos elétricos, 3 a cada 4 são da Tesla. O impacto real sobre a concorrência se tornará mais visível quando as vendas incluírem pedidos mais recentes e menos atrasos de reserva, é bom frisar (Ibid.).

Gráfico 7: “Comparativo de vendas entre os modelos e a marca”

Fonte: IRLE, 2019

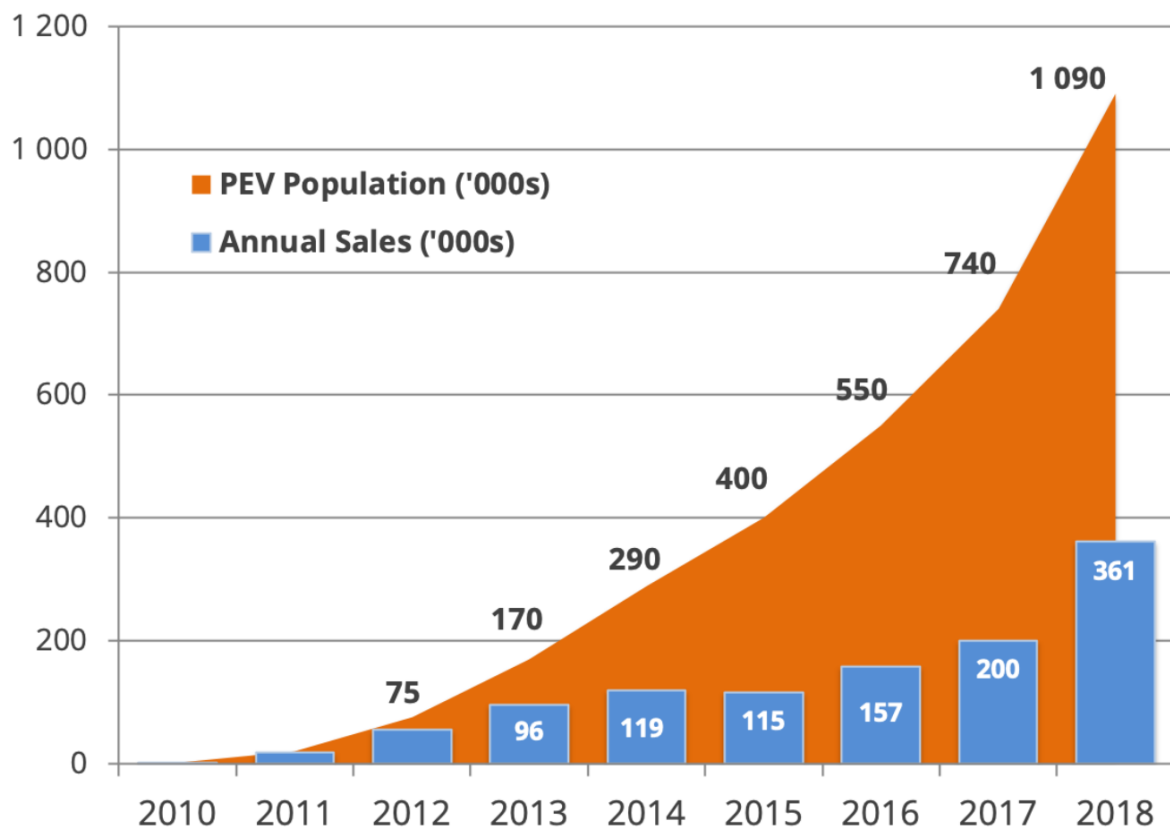
O primeiro milhão de veículos elétricos na estrada, por exemplo, foi alcançado em outubro deste ano. Isso é responsável por 1% de sucateamento de veículos totalizados, desgastados e de outro modo cancelados por ano. Contando as vendas acumuladas, o primeiro milhão já foi alcançado em setembro. No final de 2018, a população era de 1,1 milhão, quase o dobro do número em operação em dezembro de 2016 (Ibid.).

A logística de carregamento continua sendo um obstáculo para a maioria dos que duvidam de veículos elétricos, especialmente quando não têm acesso à cobrança em casa ou no trabalho. Carregamento rápido conveniente e confiável é a chave para viagens de longa distância. Os *Superchargers* da *Tesla* têm um bom papel no sucesso de vendas das marcas e são um diferencial da marca em relação ao resto do mercado (Ibid.).

Gráfico 8: “Número de carros elétricos batendo a marca de 1 milhão de unidades”

USA Plug-in Vehicle Population

EV VOLUMES.COM



Fonte: IRLE, 2019

3- Energias limpas: Panorama geral

3.1 - Sistema de eletricidade e os pontos de recarga

Uma grande frota ativa de veículos elétricos implicaria em um enorme potencial para a relação entre demanda e capacidade de resposta. Os veículos elétricos poderiam ser carregados quando o preço da energia está baixo ou quando a geração de energia solar ou eólica está em alta. Eles também poderiam – assumindo que esteja em vigor uma regulação própria para isso – descarregar a energia de volta à rede quando a geração de eletricidade estiver baixa. Isso criaria novas oportunidades para quem oferece serviços auxiliares. Além disso, embora o benefício para a rede proporcionado pelas baterias de segunda mão dos veículos elétricos ainda não seja uma realidade, ele poderia ser substancial. Quando a performance da bateria diminuir em torno de 30%, ela poderia ser disponibilizada para armazenagem estacionária. Pesquisas conduzidas pela equipe de transporte avançado da *Bloomberg New Energy Finance* (BNEF) em 2016 sugerem que essas segundas vidas das baterias podem custar aproximadamente US\$ 49 por kWh redirecionado, um valor bem menor que os US\$ 300 por kWh das opções disponíveis na época. Uma vez isso sendo uma realidade, as baterias dariam um suporte adicional à economia tanto por meio de veículos elétricos quanto de energias renováveis, acelerando a vantagem de ambos (BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE, 2016).

De forma complementar, o crescimento do número de veículos elétricos deve ser acompanhado por uma melhora na infraestrutura para carregamento. Algo similar ao ocorrido com o surgimento de empresas provedoras de internet nos primeiros anos da popularização da tecnologia, por exemplo. Boa parte do foco está no carregamento nas ruas, mas o fato é que o dono médio do carro elétrico irá esperar que fosse possível carregar seu carro na rua, em casa, no trabalho, no centro comercial ou em grandes rodovias durante viagens mais longas. Isso representaria uma grande quantidade de pontos de carregamento que precisarão ser construídos (Ibid.).

A indústria da construção civil, naturalmente, seria uma das maiores beneficiadas, assim como os fornecedores de equipamentos elétricos e de softwares associados. Em um primeiro momento, haveria muito trabalho com escavação de estradas e pavimentação para

a instalação de pontos de carregamento e dos cabeamentos para residências, estacionamentos e grandes varejistas. No médio e longo prazo, as construções seriam adaptadas com designs que já apresentam pontos de carregamento em garagens e residências, sendo que também haveria a necessidade de trocas de equipamentos para alguns dos pontos já existentes. É muito cedo para dizer como será a formatação final da rede de distribuição, dado que, em um primeiro momento, muitos potenciais compradores de veículos elétricos podem mudar de ideia se não perceberem que existe um maciço número de estações de carregamento (Ibid.).

Por fim, muitos motoristas de veículos elétricos podem tentar evitar usar estações de carregamento nas principais estradas e rodovias por motivos de tempo e custo. Aqueles que tiverem que fazê-lo – talvez por estarem em viagens mais longas – teriam que passar um longo tempo no local, criando novas oportunidades para serviços de alimentação e compras. Enquanto isso, os postos de gasolina e diesel iriam continuar sua tendência de diminuição ao passo em que os veículos elétricos engoliriam suas demandas (Ibid.).

O custo das baterias está caindo em taxas similares ao que vimos acontecer com a indústria de energia solar, com uma redução de 65% nos últimos cinco anos. Os veículos elétricos estão ultrapassando seus concorrentes à combustão interna em variados aspectos: possuem direção mais suave, e com aceleração mais potente, podem ser carregados em diversas localidades, representam menores custo de manutenção, ajudam a mitigar a poluição do ar e aumentam a autonomia energética de países importadores de petróleo. É bom frisar, contudo, que os mesmos têm um alcance limitado e demoram a carregar (Ibid.).

3.2 - Adesão de empresas “invasoras”

A mudança gradual para veículos elétricos e digitalmente conectados terá implicações interessantes para o setor de transporte. Enquanto a Tesla captura a maior parcela da atenção, poucas foram as críticas em relação às estratégias de outras empresas para os veículos elétricos. Há alguma movimentação em termos de carros-conceito, com os lançamentos de modelos elétricos e os anúncios de plantas industriais ambiciosas. Mas quais companhias estão realmente comprometidas com os carros elétricos e quais estão simplesmente seguindo a onda é uma questão um tanto quanto incerta. Percebemos que

algumas delas parecem estar apostando em veículos exclusivamente à bateria, outras buscando opções híbridas (BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE, 2016).

O que estamos também recebendo é uma cobertura ampla sobre o potencial de novos competidores no mercado de carros: a *Dyson*, produtora de aspiradores de pó, tem conhecimento mundialmente reconhecido sobre baterias e motores. A Faraday Future também apresentou um automóvel elétrico e chamou a atenção da imprensa internacional (Ibid.).

3.3 - Mercado de Carbono

O acontecimento de maior repercussão deste ano talvez tenha sido referente aos processos judiciais de quinze bilhões de dólares contra a Volkswagen, por conta do *dieselgate*¹, que incluíram um comprometimento de dois bilhões de dólares para a promoção de veículos de emissão zero nos EUA. Isso é apenas uma parcela dos mais de 11 bilhões de dólares que a Volkswagen pretende gastar na próxima década com veículos elétricos – um compromisso que, segundo as expectativas da empresa, deve resultar em um aumento de 25% nas vendas de unidades de carros elétricos até 2025. Colocando em contexto: isso significaria chegar a 2,5 milhões de veículos vendidos por ano em menos de uma década; 30 vezes mais que a atual marca de 85 mil unidades da Tesla. (BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE, 2016).

A contrapartida do aumento da demanda por eletricidade por causa dos veículos elétricos é, naturalmente, a queda na demanda por petróleo, com o cenário-base incluindo a redução diária de 13 milhões de barris de petróleo até 2040. Contudo, existem outras questões quando se trata dos níveis absolutos da demanda por gasolina, incluindo o impacto do crescimento do PIB em mercados emergentes na compra de carros, melhoras na eficiência interna dos motores à combustão, mudanças nos modelos de transporte e a penetração de gás natural comprimido, biocombustíveis e outros combustíveis alternativos. Mas o que está claro é que uma rápida mudança para os veículos elétricos, na escala em que

¹ O escândalo de emissões de poluentes da Volkswagen, também conhecido por *Dieseltgate* foi um grande escândalo que envolveu várias técnicas fraudulentas usadas pela Volkswagen, de 2009 a 2015, para reduzir as emissões de gás carbônico e óxido de nitrogênio de alguns dos seus motores a diesel e gasolina nos testes regulatórios de poluentes.

estamos esperando, seria bastante danosa para a demanda por gasolina e outros combustíveis fósseis. O fato é que, agora, existe uma nova tecnologia em escala competitiva para concorrer com os veículos à combustão interna. Isso significa que há uma limitação para os preços do petróleo no longo prazo – que atualmente está em torno de oitenta dólares por barril, mas que deve cair rapidamente (Ibid.).

3.4 - Concessionárias, mobilidade urbana e outros setores de transporte

Não são apenas a indústria e os preços dos combustíveis fósseis que serão afetados, a expectativa é que o número de concessionárias, montadoras e mecânicas também sofram quedas ao longo das próximas décadas. Os veículos elétricos demandam menor necessidades de manutenção, pois eles tem menos partes móveis. Além disso, muitos ajustes no sistema podem ser feitos remotamente por meio de atualizações no software, ao invés de nas mãos de um mecânico, e as revisões anuais poderiam então consistir, principalmente, referentes à troca de pneus ou substituição ocasional de peças específicas (BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE, 2016).

Softwares de suporte ao motorista relativos à prevenção de colisões, estado da pista, estacionamento automático também devem reduzir o número de acidentes no trânsito. Veículos completamente autômatos ainda parecem relativamente distantes, todavia sua introdução acena para uma redução da manutenção e reparos. A mudança para a automatização dos veículos provavelmente devem tornar possível deslocamentos maiores, uma vez que os motoristas poderão usar seu tempo de modo mais produtivo. Além disso, a alteração para a frota de veículos elétricos deve trazer pontos para carregar os carros, os quais estarão presentes em vagas de estacionamento, sejam públicas ou privadas, na frente de todo tipo de comércio. Como a grande parte dos proprietários não será dona de garagens do futuro, é justo imaginar que o varejo deve liderar o carregamento, percebendo que cargas gratuitas serão uma boa forma de assegurar clientes regulares (Ibid.).

Ademais, já existem 200 milhões de bicicletas elétricas apenas na China e seu uso está se espalhando pelo mundo todo. Baterias mais eficientes, motores com melhor autonomia e tecnologias de controle de energia irão desafiar o domínio de pequenos veículos movidos a combustíveis fósseis em todos os setores. Com a redução dos custos das

baterias, a eletrificação irá se espalhar também para os veículos pesados, como tratores e vans (Ibid.).

4 - Análise Macroeconômica

No estudo conduzido por James J. Winebrake, Erin H. Green, e Edward Carr em 2017, acerca dos impactos econômicos derivados da introdução dos carros elétricos ao setor automobilístico, podemos observar algumas das diferenças entre a implementação de petróleo e energia elétrica como matrizes energéticas no setor automobilístico, em comparação.

Por exemplo, temos que a introdução dos veículos elétricos reduz o consumo de petróleo e os custos de combustível, realocando recursos de volta para o bolso dos motoristas e ao orçamento das famílias dos EUA. Segundo a pesquisa, as famílias norte-americanas gastam, em média, até 25% de seus orçamentos em transporte (muito do qual é devido à gasolina e outros custos de combustível de petróleo). Em comparação com os veículos convencionais, a economia de custo de combustível para os motoristas de veículos elétricos é estimada em centenas a milhares de dólares por veículo, anualmente. Naturalmente, com os motoristas economizando dinheiro em custos de combustível, aumenta a poupança doméstica que pode ser realocada para alimentação, assistência médica, férias e educação - permitindo aumento do bem estar e melhor qualidade de vida (WINEBRAKE et al., 2017).

A injeção dos recursos economizados, provenientes da troca de matriz energética, para outros bens e serviços na economia local cria novos empregos e impulsiona a produção econômica (normalmente medida em forma de produto interno bruto, ou PIB). A diferença nos níveis de emprego e produção econômica por dólar gasto em outros setores pode gerar 16 vezes mais empregos por dólar gasto em comparação com o setor de petróleo. A poupança das famílias pode resultar em uma poupança agregada substancial em toda a região. Segundo a pesquisa, dependendo das premissas de penetração no mercado, o uso de desses veículos levaria a uma poupança no custo de combustível que varia de centenas de milhões de dólares a bilhões de dólares, dependendo do escopo geográfico (por exemplo, local, estadual, nacional) (Ibid.).

Nesse prisma, mudanças nos gastos das famílias devido ao uso de veículos elétricos aumentam a atividade econômica e produção de empregos por meio de aumentos incrementais nos custos de veículos e aumento da demanda nos setores que produzem

veículos, componentes de veículos e infraestrutura de recarga. Segundo a pesquisa, o custo total de propriedade dos veículos elétricos é menor que o dos veículos convencionais, de modo que mesmo com o aumento dos custos dos veículos, motoristas e famílias ainda têm mais dinheiro em seus bolsos e orçamentos para gastar em outros setores da economia (Ibid.). Um dólar gasto em fabricação de automóveis (e em setores previstos para produzir componentes de veículos elétricos) geraria muito mais empregos do que um dólar gasto em combustível de petróleo.

Ainda segundo a pesquisa, ao contabilizarmos o aumento dos custos incrementais dos veículos elétricos, é estimado que, durante o período de 2015 a 2040, o uso de dessa matriz energética em larga escala deverá aumentar o produto interno bruto dos EUA em até US\$ 20 bilhões por ano, gerando uma rede de até cento e quarenta e sete mil empregos, economizando centenas de dólares por ano para cada família, no que diz respeito aos custos de combustíveis mais baixos (bilhões de dólares, no agregado do país) (Ibid.).

Além disso, uso de energia elétrica em larga escala em veículos tem o potencial de reduzir as tarifas de eletricidade para todos os clientes de energia elétrica, de forma que o aumento desses veículos aumentará as receitas de serviços públicos. Fábricas nos EUA tipicamente operam bem abaixo da capacidade de pico de equipamentos de geração de energia e infraestrutura (isto é, usinas e sistemas de transmissão), então as taxas de eletricidade por kWh são tipicamente maiores do que poderiam se a capacidade disponível não fosse subutilizada. O uso em larga escala de veículos elétricos - particularmente se cobrado fora dos horários de pico - poderia aumentar a receita de eletricidade em relação à capacidade de infraestrutura, potencialmente levando a taxas reduzidas para todos os clientes de energia elétrica. Por exemplo, um conjunto recente de análises avaliando cenários futuros de penetração no mercado de veículos elétricos nos estados do nordeste americano estimou o valor líquido dessas economias de energia potencial em aproximadamente \$4 a \$24 bilhões por estado até 2050. Os benefícios líquidos combinados nos cinco estados estudados poderiam totalizar mais de US \$ 200 bilhões em 2050, dos quais US \$ 155 bilhões seriam destinados a clientes de serviços públicos e proprietários de veículos elétricos, na forma de economia em contas de energia e custos de combustível (Ibid.).

Finalmente, vemos que benefícios econômicos adicionais do uso de energia elétrica em grande escala incluem a mitigação de perdas econômicas negativas devido a choques no preço do petróleo, bem como o fornecimento de serviços de estabilização de energia. Também reduzem a poluição e os custos privados e sociais associados, bem como facilitam a integração de fontes de energia alternativas e distribuídas. Embora esses benefícios não sejam tão quantificados na literatura em escala macroeconômica, a externalidade positiva gerada por eles é real e deve ser significativa para um futuro sistema de transporte que inclua um grande volume de veículos elétricos (Ibid.).

É importante ressaltar que alguns órgãos de governança implementaram políticas de incentivo ao uso de veículos elétricos. Embora muitas vezes essas políticas sejam orientadas por metas ambientais ou de segurança energética, a literatura demonstra que essas políticas também fazem economia inteligente. Estima-se que as políticas estaduais de incentivo ao uso de veículos elétricos aumentem a produção econômica em dezenas de milhões de dólares por estado. Por outro lado, estima-se que a eliminação dessas políticas resulte na perda de bilhões de dólares em produção econômica e em milhares de empregos. O mesmo acontece no nível nacional. Por exemplo, foi analisado um conjunto de políticas para incentivar os veículos elétricos e as estimativas do impacto geral sobre o emprego de aproximadamente dois milhões de novos empregos até 2020 (Ibid.).

Gráfico 9: “Estimativas dos impactos da economia de combustível da penetração no mercado de PEV no sudoeste dos EUA”

Region	Annual Fuel Savings Per Vehicle		Statewide Annual Fuel Cost Savings (\$M)			
			2020		2030	
	PHEV	BEV	EIA Scenario	5% by 2030 Scenario	EIA Scenario	5% by 2030 Scenario
Arizona	\$700 - \$1,000	\$1,000 - \$1,450	\$16 - \$21	\$106 - \$144	\$75 - \$104	\$350 - \$490
Nevada	\$600 - \$900	\$1,000 - \$1,300	\$5 - \$7	\$10 - \$24	\$18 - \$24	\$53 - \$138
New Mexico	\$850 - \$1,200	\$1,150 - \$1,600	\$7 - \$9	\$41 - \$57	\$33 - \$138	\$46 - \$200
Utah ³	\$345	\$646	\$29	\$43	N/A	N/A

Fonte: WINEBRAKE et al., 2017

Os estudos de Winebrake et al. (2017) fornecem maiores detalhes sobre os principais estudos que informam o debate sobre os benefícios macroeconômicos do uso de veículos elétricos nos EUA. Em resumo, esta literatura pinta uma imagem que é altamente

positiva. A transição do combustível de petróleo para a eletricidade no setor de transportes levará, sem dúvida, à atividade econômica e ao crescimento do emprego, e esses benefícios devem fazer parte de qualquer avaliação que avalie os custos e benefícios de políticas voltadas ao incentivo ao uso de veículos elétricos (Ibid.).

4.1 - Impactos relevantes

O conjunto de políticas analisadas por Winebrake et al. (2017) envolveu a análise de: incentivos para a compra de veículos elétricos em regiões-alvo; incentivos para instalação de infraestrutura de recarga em regiões segmentadas; incentivos para atualizações de utilidades necessárias para suportar a implementação em larga escala de veículos elétricos; incentivos para produção e compra de baterias elétricas nos EUA; e suporte para montadoras modificarem instalações de produção automotiva para produção de veículos elétricos.

O conjunto de políticas foi projetado para resultar em um caso de política de veículos elétricos no qual 50.000 a 100.000 deles estariam na estrada em 6 a 8 cidades até 2013, e 400.000 a 500.000 deles estariam na cidade em 2018 - expandindo para 14 milhões na estrada até 2020 e 123 milhões até 2030. Em 2040, 75% dos veículos rodoviários seriam elétricos. O estudo estimou que fossem economizados 40 bilhões de galões de combustível fósseis até 2025, e as importações de petróleo seriam reduzidas em 12 bilhões de barris durante esse período. Isso resultaria em um aumento na renda disponível agregada para todo o período do estudo em mais de cinco trilhões de dólares e em um aumento do nível de emprego de quase 2 milhões de vagas em 2030 (Ibid.).

5- Conclusão

Em virtude de tudo que foi estudado, é justo inferir que, com a crise climática que assola (e cada vez mais assolará) o planeta, os desdobramentos positivos da entrada dos carros elétricos no setor automobilístico são animadores. O Acordo de Paris chamou a atenção das grandes nações para a necessidade da transição das matrizes energéticas atuais, da mudança severa em relação a hábitos correntemente praticados e a caminhada do mundo em uma direção mais sustentável. Tendo isso em mente, um setor pivotal como o automobilístico ter sido um dos primeiros a testar e introduzir o uso de energias mais limpas numa escala considerável, em uma potencia mundial como os Estados Unidos, foi fundamental.

A *Tesla Motors* e os demais competidores que adentraram no mercado, atacando a oportunidade de inovar e trazer o setor automobilístico para o futuro, devem ser exaltados. Não somente pelos benefícios (e esses são muitos, em diversas esferas) que tal esforço trouxe, como também pela realização de que as energias mais limpas poderiam ser não somente ecologicamente corretas, como também que poupariam custos, trariam impactos positivos em variáveis macroeconômicas e permitiriam uma vida melhor para os agentes individuais da economia. Na sua tentativa de diminuir a dependência mundial de combustíveis fósseis e se mover em direção a um futuro sem emissão de gases estufa, a *Tesla Motors* acabou por trazer automóveis mais rápidos, modernos e seguros. Além disso, abriu os olhos do mundo para um cenário no qual a adesão de novas tecnologias, que trazem comodidade e modernidade, podem ser acompanhadas de menos poluição. Finalmente, chamou a atenção para as muitas externalidades positivas (numa análise macro) que a substituição das matrizes energéticas podem gerar.

O lançamento do *Model-3*, seu absoluto sucesso de vendas e toda a guinada em direção ao aumento da produção e venda de carros elétricos nos Estados Unidos a partir do ano de 2018 poderá ser, potencialmente, um grande divisor de águas em relação ao futuro do mundo. O futuro pode, sim, ser verde. A boa notícia, contudo, é que “verde” pode não significar pura e simplesmente “ecologicamente correto”. Verde pode ser traduzido como mais moderno, barato e eficiente.

6- Referências Bibliográficas

BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE. Carros elétricos devem mudar o mundo: impactos dessa revolução sobre diversos setores. *novaCana.com*, 16 set. 2016. Disponível em: < <https://www.novacana.com/n/combate/carro-eletrico/carros-eletricos-mundo-impactos-revolucao-160916>>. Acesso em: 25/06/2019.

CFA INSTITUTE. *Codes, Standards & Guidelines*. Charlottesville: CIA Institute, 2019. Disponível em: <<https://cfainstitute.org/ethics/codes>>. Acesso em: 25/06/2019.

CLIMAINFO. Os cobenefícios da limitação do aquecimento global em 1,5°C. *ClimaInfo*, 21 out. 2018a. Disponível em: <<http://climainfo.org.br/2018/10/21/cobeneficios-limitacao-aquecimento-15oc/>>. Acesso em: 25/06/2019

CLIMAINFO. Os impactos das mudanças climáticas sobre a saúde em cenários de aquecimento de 1,5°C – 2°C – e 3°C. *ClimaInfo*, 21 out. 2018b. Disponível em: <<http://climainfo.org.br/2018/10/21/impactos-a-saude-do-aquecimento-global/>>. Acesso em: 25/06/2019.

DARBY, Megan; STEFANINI, Sara. 37 things you need to know about 1.5C global warming. *Climate Home News*, 08 out. 2018. Disponível em: <<https://www.climatechangenews.com/2018/10/08/37-things-need-know-1-5c-global-warming/>>. Acesso em: 25/06/2019.

DIA, Hussein. Jobs, tax and politics: three ways electric vehicles will change our world. *The Conversation*, 5 out. 2017. Disponível em: <<http://theconversation.com/jobs-tax-and-politics-three-ways-electric-vehicles-will-change-our-world-84910>>. Acesso em: 25/06/2019.

GONCHAR, Michael. Teach About Climate Change With These 24 New York Times Graphs. *The New York Times*, 20 feb, 2018. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2019/02/28/learning/teach-about-climate-change-with-these-24-new-york-times-graphs.html>>. Acesso em 26/06/2019

G1. Trump anuncia saída dos EUA do Acordo de Paris sobre mudanças climáticas. *G1*, 01 jun. 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/trump-anuncia-saida-dos-eua-do-acordo-de-paris-sobre-mudancas-climaticas.ghtml>>. Acesso em: 30/06/2019.

IRLE, Roland. USA Plug-in Sales for 2018 Full Year. Trollhättan: The Eletronic Vehicle World Sales Database, 2019. Disponível em: <<http://www.ev-volumes.com/country/usa/>>. Acesso em: 28/06/2019

LICHFIELD, Gideon. Welcome to climate change. *MIT Technology Review*, 24 abr. 2019. Disponível em: < <https://www.technologyreview.com/s/613350/welcome-to-climate-change/>>. Acesso em: 25/06/2019.

MCGRATH, Matt. Sir David Attenborough: Climate change 'our greatest threat'. *BBC News*, Katowice, 3 dez. 2018. Disponível em: < <https://www.bbc.com/news/science-environment-46398057>>. Acesso em: 25/06/2019.

MCKIBBEN, Bill. How Extreme Weather Is Shrinking the Planet. *The New Yorker*, 16 nov. 2018. Disponível em: <<https://www.newyorker.com/magazine/2018/11/26/how-extreme-weather-is-shrinking-the-planet>>. Acesso em: 25/06/2019.

PROLO, Caroline. O que falta para o Acordo de Paris funcionar?. *Medium*, Observatório do Clima, 13 nov. 2018. Disponível em: < <https://medium.com/@observatorioclima/o-que-falta-para-o-acordo-de-paris-funcionar-558402a63637>>. Acesso em: 25/06/2019.

SALISBURY, Mike. Economic and Air Quality Benefits of Electric Vehicles in Nevada. Boulder: *Southwest Energy Efficiency Project (SWEET)*, set. 2014. Disponível em: <http://energy.nv.gov/uploadedFiles/energynvgov/content/Programs/SWEET_Economic_and_AQ_Benefits_of_EVs_in_NV-Sept_2014.pdf>. Acesso em: 25/06/2019.

SALISBURY, Mike; TOOR, Will. How Leading Utilities are Embracing Electric Vehicles. *Southwest Energy Efficiency Project (SWEET)*, fev. 2016. Disponível em: < https://www.swenergy.org/data/sites/1/media/documents/publications/documents/How_Leading_Utilities_Are_Embracing_EVs_Feb-2016.pdf>. Acesso em: 25/06/2019.

SIGUROSSON, Jóhann. *Economic Effect of Implementing Electric Cars*. MA Thesis: Reykjavík University, School of Science and Engineering, 2010. Disponível em: <https://skemman.is/bitstream/1946/13374/1/EEOIEC_JohannSig_PRINT.pdf>. Acesso em: 25/06/2019.

TESLA. *About Tesla*. Palo Alto: Tesla Motors, 2019.

THE ECONOMIST. Lorries can help deliver the hydrogen economy. *The Economist*, Technology Quarterly, 29 nov. 2018a. Disponível em:

<<https://www.economist.com/technology-quarterly/2018/11/29/lorries-can-help-deliver-the-hydrogen-economy>>. Acesso em: 25/06/2019.

THE ECONOMIST. Mass electrification is possible. *The Economist*, Technology Quarterly, 29 nov. 2018b. Disponível em: < <https://www.economist.com/technology-quarterly/2018/11/29/mass-electrification-is-possible?fsrc=scn/tw/te/bl/ed/masselectrificationispossibletherelativelyeasyart>>. Acesso em: 25/06/2019.

WINEBRAKE, James J.; GREEN, Erin H.; CARR, Edward. Plug-In Electric Vehicles: Economic Impacts and Employment Growth. *Energy and Environmental Research Associates*, out. 2017. Disponível em: <<http://www.caletc.com/wp-content/uploads/2019/05/EERA-PEV-Economic-Impacts-and-Employment-Growth.pdf>>. Acesso em: 25/06/2019.