

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA DE DIREITO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO

NÚBIA DAISY FONESI PINTO

A ADOÇÃO DE CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL: O DESAFIO DO DESTINO
DAS BATERIAS

CURITIBA

2022

NÚBIA DAISY FONESI PINTO

**A ADOÇÃO DE CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL: O DESAFIO DO DESTINO
DAS BATERIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Direito, na área de concentração de Direito Socioambiental e Sustentabilidade e na linha de pesquisa em Estado, Sociedades, Povos e Meio Ambiente, da Escola de Direito da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Vladimir Passos de Freitas

CURITIBA

2022

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central
Pamela Travassos de Freitas CRB/9 1960

P659a Pinto, Núbia Daisy Fonesi
2022 A adoção de carros elétricos no Brasil : o desafio do destino das baterias /
Núbia Daisy Fonesi Pinto; orientador: Vladimir Passos de Freitas. – 2022.
117 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná,
Curitiba, 2022
Bibliografia: f. 101-117

1. Direito ambiental. 2. Veículos elétricos. 3. Baterias elétricas. 4. Gestão
integrada de resíduos sólidos. 5. Sustentabilidade. I. Freitas, Vladimir Passos de.
II. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós- Graduação em
Direito. III. Título.

Doris 3. ed. – 341.347

NÚBIA DAISY FONESI PINTO

**A ADOÇÃO DE CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL: O DESAFIO DO DESTINO DAS
BATERIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Direito, na área de concentração de Direito Socioambiental e Sustentabilidade e na linha de pesquisa em Estado, Sociedades, Povos e Meio Ambiente, da Escola de Direito da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de mestre.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Vladimir Passos de Freitas
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Prof. Dr. Antônio Carlos Efig
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Prof. Dr.
Universidade de São Paulo (USP)

Curitiba, 24 de março de 2022.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e por me permitir chegar até o presente momento com saúde, principalmente desde os últimos dois anos que vivenciamos a pandemia da COVID-19. Felizmente, não perdi alguém próximo para esta doença, mas me compadeço por aqueles que passaram por experiências mais angustiantes e dolorosas nesse período.

Agradeço em segundo lugar aos meus pais. Minha mãe, Maria Aparecida Fonesi Pinto, que me concedeu à vida e com muito amor e carinho, há dez anos, assumiu o papel de pai e de mãe, proferindo conselhos e me possibilitando chegar onde cheguei. A ela, todo meu amor e agradecimento. Ao meu pai, João Pereira Pinto, *in memoriam*, agradeço pelos quatorze anos de convívio que nos foram permitidos, pelos conselhos e pelo incentivo ao estudo. Foi graças a ele, na época que cursava seu mestrado em Ciências da Educação, que decidi que faria um mestrado, independente da área do conhecimento que eu viesse a seguir.

Aos meus familiares, que de alguma forma que contribuíram para minhas reflexões e me incentivaram a continuar perquirindo o caminho do conhecimento, em especial minhas tias e madrinhas Irene Maria Fonesi de Carvalho, Eni Fonesi e minha avó Orides Inês de Oliveira Fonesi. À minha irmã, Dácia Sarah Fonesi Pinto, que sempre esteve presente em minha vida, mesmo à distância.

Agradeço ao meu noivo e, em breve, futuro marido, por aguentar durante essa caminhada e sempre me apoiar e incentivar. Agradeço, principalmente, por sua presença constante nos momentos mais importantes da minha vida. Também, aos meus amigos de longa data, nossa amizade se confunde com a própria história de minha vida: Vanessa Vitória Anversi, Matheus Kleparde, André Luiz Anversi; Fernando Anversi, Patrícia Galleti e Victória Galleti.

Agradeço, também, aqueles que me transmitiram um pouco de seu conhecimento e estiverem lado a lado, me apoiando academicamente e pessoalmente. Agradeço ao meu orientador Dr. Vladimir Passos de Freitas, pela paciência e os ensinamentos transmitidos. Luciana Caetano da Silva, a mãe que a graduação me proporcionou. Ainda, agradeço de forma geral os professores da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, em especial o Professor Dr. Antônio Carlos Efig. Por fim, agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida e o incentivo à pesquisa.

A todos, o meu muito obrigada!

RESUMO

Os veículos elétricos são uma tendência mundial de descarbonização da mobilidade urbana. Alguns países do continente europeu, como a França, desde o início do século XXI, passaram a prever normativas que incentivam a adoção desse modal alternativo de transporte, por meio de políticas relacionadas à infraestrutura dos veículos elétricos e estímulos voltados ao consumidor. Atualmente, esta tendência já pode ser observada nos Estados Unidos da América, e em países da América Latina, como Argentina e Chile. O Brasil não possui uma frota de veículos elétricos significativa, nem uma legislação específica de incentivo a esse novo modal alternativo de transporte, apesar de possuir algumas iniciativas esparsas. Caso venha a ser estimulada, a adoção de veículos elétricos no Brasil por meio de políticas públicas, é necessário estar preparado para eventuais efeitos negativos dela decorrentes, como a destinação final incorreta das baterias oriundas dos veículos elétricos. Diante disto, a presente pesquisa intenta verificar se os países onde os veículos elétricos já estão mais disseminados podem colaborar com a regulamentação da destinação final ambientalmente adequada das baterias dos veículos elétricos em fim de vida. Para realização da presente pesquisa, foi utilizado o método hipotético-dedutivo na análise das legislações, artigos e doutrina. Primeiramente, foi realizada uma análise de alguns países, visando verificar como vem sendo incentivados a adoção dos veículos elétricos, desenvolvimento das normativas e eventuais reflexos. O estímulo deste modal pauta-se, principalmente, na sua maior sustentabilidade, se comparados aos veículos movidos à combustão interna. Devido a isso, posteriormente, visando diferenciar os termos desenvolvimento, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, foi realizada uma pesquisa doutrinária para conceituá-los. Embora os veículos elétricos possam ser considerados mais sustentáveis que os convencionais movidos à combustão interna, a sua adoção em massa pode desencadear problemas relacionados a destinação final ambientalmente incorreta das suas baterias, principal diferença entre eles. Com isto, o último capítulo do presente estudo dedica-se a analisar as normativas existentes no Brasil que podem ser aplicáveis em caso de descarte incorreto de baterias. Observa-se que, no Brasil, existem normativas aplicáveis às baterias dos veículos elétricos em fim de vida, mas são necessárias disposições específicas sobre o tema para que não ocorram danos ambientais e à saúde humana. Inspirada na iniciativa europeia, a economia circular pode colaborar para que os resíduos sejam reaproveitados. Para tanto, verifica-se a necessidade de incentivos relacionados à reciclagem e ao desenvolvimento de novas tecnologias que permitam, cada vez mais, o reaproveitamento dos componentes das baterias.

Palavras-chave: Veículos elétricos. Sustentabilidade. Baterias elétricas. Resíduos Sólidos. Pós-consumo.

ABSTRACT

Electric vehicles are a global trend in the decarbonization of urban mobility. Some countries on the European continent, such as France, since the beginning of the XXI century, started to provide regulations that encourage the adoption of this alternative mode of transport, through public policies related to the infrastructure of electric vehicles and incentives focused on the consumer. Currently, this trend can already be observed in the United States of America, and in Latin American countries such as Argentina and Chile. Brazil does not have a significant fleet of electric vehicles, nor a specific legislation to encourage this new alternative mode of transport, although it has some limited initiatives. If the adoption of electric vehicles in Brazil comes to be encouraged through public policies, it is necessary to be prepared for possible negative effects resulting therefrom, such as the incorrect final disposal of batteries from electric vehicles. In view of this, this research aims to verify whether the countries where electric vehicles are already more widespread can collaborate with the regulation of the environmentally appropriate final disposal of batteries from end-of-life electric vehicles. To conduct this research, the hypothetical-deductive method was used in the analysis of laws, articles and doctrine. Firstly, an analysis of some countries was performed, aiming to verify how the adoption of electric vehicles has been encouraged, the development of regulations and possible consequences. The encouragement of this modal is based, mainly, on its greater sustainability, if compared to vehicles powered by internal combustion engine. Due to this, subsequently, aiming to differentiate the terms development, sustainability and sustainable development, a doctrinal research was conducted to conceptualize them. Although electric vehicles may be considered more sustainable than conventional internal combustion-powered vehicles, their mass adoption may trigger problems related to the environmentally incorrect final destination of their batteries, the main difference between them. With this in mind, the last chapter of this study is dedicated to analyzing the existing regulations in Brazil that can be applicable in the case of incorrect disposal of batteries. It is observed that in Brazil there are regulations applicable to the batteries of end-of-life electric vehicles, but it is necessary to have specific provisions on the subject in order to prevent environmental and human health damages. Inspired by the European initiative, the circular economy can collaborate so that the waste can be reused. To this end, there is a need for incentives related to recycling and the development of new technologies that enable, increasingly, the reuse of battery components.

Keywords: Electric vehicles. Sustainability. Electric batteries. Solid Waste. Post-consumption.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E QUADROS

Figura 1 - Estoque global de veículos elétricos por região (esquerda) e modo de transporte (direita), 2010-2020.....	17
Figura 2 - Total e participação da frota de automóveis elétricos de passageiros nos mercados europeus até dezembro de 2020.....	24
Figura 3 - Químicas das baterias dos automóveis elétricos comerciais produzidos em 2017..	58
Quadro 1 - Diretivas do Parlamento Europeu e do Conselho aplicáveis aos pontos de carregamento	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2LiOH	Hidróxido de Lítio
ABVE	Associação Brasileira do Veículo Elétrico
C	Carbono
CE	Conselho Europeu
CEO	Diretor Executivo
CMAQ	Congestionamento e Melhoria da Qualidade do Ar
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
EPA	Agência de Proteção do Meio Ambiente
EUA	Estados Unidos da América
EV	Veículo Elétrico
FPC	Fundo Português de Carbono
g CO ₂ -eq/km	Gramas de Dióxido de Carbono Equivalente por Quilômetro
GEE	Gases de Efeito Estufa
GWP	Potencial de Aquecimento Global
H ⁺	Cátions de Hidrogênio
IEMA	Instituto de Energia e Meio Ambiente
INOVAR-AUTO	Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores
IPVA	Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores
Li	Lítio
Li ⁺	Cátions de lítio
LiFePO ₄	Fosfato de Lítio Ferro
LiNCM	Lítio-níquel-cobalto-manganês
M	Metal do Catodo
MCI	Motor de Combustão Interna
MIE	Mecanismo Interligar Europa
MOBILE	Programa para a Mobilidade Elétrica em Portugal
NCA	Níquel-Cobalto-Alumínio
Ni-MH	níquel-hidreto metálico
NMC	Níquel-Manganês-Cobalto

O	Oxigênio
PIB	Produto Interno Bruto
PLDV	Veículos Leves Destinados à passageiros
UE	União Europeia
VE	Veículo Elétrico
VEB	Veículo Elétrico a Bateria
VECC	Veículo Elétrico de Célula a Combustível
VEP	Veículo Elétrico Puro
VHE	Veículo Híbrido Elétrico
VHEP	Veículo Híbrido Elétrico <i>Plug-in</i>
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
MWh/ano	Megawatt por ano

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1. O CARRO ELÉTRICO COMO TENDÊNCIA MUNDIAL	13
1.1. DADOS HISTÓRICOS	13
1.2. CONCEPÇÃO DE CARRO ELÉTRICO	15
1.3. O AUMENTO NA UTILIZAÇÃO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MUNDO: NORMAS E INCENTIVOS	16
1.3.1. Estados Unidos Da América	18
1.3.2. Europa	21
1.3.2.1. França	24
1.3.2.2. Portugal.....	27
1.3.3. América Latina	32
1.3.3.1. Argentina	33
1.3.3.2. Brasil.....	34
1.4. NORMAS E INCENTIVOS AOS VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL	37
2. SUSTENTABILIDADE DOS CARROS ELÉTRICOS	42
2.1. DESENVOLVIMENTO, SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	42
2.1.1. Desenvolvimento	42
2.1.2. Desenvolvimento Sustentável.....	44
2.1.3. Sustentabilidade.....	47
2.2. SUSTENTABILIDADE DOS CARROS ELÉTRICOS	51
2.2.1. Bateria como principal diferença	53
2.2.2. Na fabricação	59
2.2.3. Durante o uso	61
2.2.4. No pós-uso	65
3. NORMAS AMBIENTAIS APLICÁVEIS AO PÓS-USO DAS BATERIAS ORIUNDAS DOS CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL	69
3.1. POLÍTICAS PÚBLICAS COMO MAXIMIZADORAS DO DIREITO FUNDAMENTAL AO MEIO AMBIENTE ECOLÓGICAMENTE EQUILIBRADO	69
3.1.1. O que são Políticas Públicas	69
3.1.2. Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei n.º 12.305/2010)	71

3.1.3. Outras alternativas de Políticas Públicas que podem auxiliar na destinação ambientalmente adequada das baterias dos veículos elétricos.....	75
3.2. POLUIÇÃO PELO DESCARTE INCORRETO DE BATERIAS: RESPONSABILIDADE ADMINISTRATIVA, CIVIL E PENAL.....	82
3.2.1. Responsabilidade Administrativa	82
3.2.2. Responsabilidade Civil	84
3.2.3. Responsabilidade Penal.....	87
3.2.3.1. Crime de poluição previsto no artigo 54 da Lei de Crimes Ambientais.....	91
3.2.3.2. Crime de abandono incorreto de produtos ou substâncias tóxicas, perigosas ou nocivas à saúde humana ou ao meio ambiente em desacordo com as normas	93
3.2.3.3. Reciclagem de baterias e o artigo 60 da Lei de Crimes Ambientais	95
3.2.3.4. Causa de aumento de pena, suspensão condicional da pena e do processo.....	97
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98
REFERÊNCIAS	101

INTRODUÇÃO

Os veículos elétricos têm se mostrado uma solução atrativa para diminuir as externalidades negativas decorrentes da emissão de gases de efeito estufa pelos carros com motor de combustão interna, nos quais geralmente há a utilização de combustíveis fósseis como a gasolina e o diesel. Observa-se uma tendência de os Estados fomentarem a adoção dos veículos elétricos como alternativa sustentável. Isso porque os veículos elétricos, durante o uso, não possuem emissões de escape quando puramente elétricos, estando em concordância com o Acordo de Paris e com os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Contudo, com a adoção em massa desses veículos, o descarte das baterias pode vir a se tornar um problema. Se questiona, na presente pesquisa, com auxílio do método hipotético-dedutivo, se o direito comparado pode colaborar, no âmbito nacional, em relação à regulamentação da destinação final ambientalmente adequada das baterias dos veículos elétricos. Como hipótese, sustenta-se que, considerando a maior disseminação dos veículos elétricos em determinados países, como, por exemplo, os países do continente europeu, se estes podem auxiliar decisivamente o direito pátrio em sua normatização.

Atualmente, é possível dizer que estamos em processo de desenvolvimento e adaptação em relação aos veículos elétricos. Alguns países apresentam melhores resultados na introdução e adoção desse modal de transporte alternativo. Diante disso, buscou-se analisar de que forma os países que se destacam no aumento da frota de veículos elétricos estão estimulando sua adoção. Para isso, foram analisadas as normativas de alguns países, como os Estados Unidos da América, França e Portugal. Também foi analisado como está se dando a inserção dos veículos elétricos na América Latina, com ênfase no Brasil e Argentina.

A regulamentação dos veículos elétricos no Brasil é muito incipiente se comparada às dos demais países analisados. Verificou-se que a maioria dos países possuem normativas relacionadas ao aumento da infraestrutura dos veículos elétricos, bem como incentivos financeiros, diretos e indiretos. Os Estados Unidos e a União Europeia veem nos veículos elétricos a possibilidade de estes contribuírem com a diminuição da poluição atmosférica por não possuírem emissões de escape e serem considerados, portanto, mais sustentáveis que os veículos movidos com motor de combustão interna.

A sustentabilidade dos veículos elétricos é abordada em diversos textos, normativos e acadêmicos. Seguindo essa linha, o presente trabalho também buscou conceituar sustentabilidade, visando averiguar se, de fato, o adjetivo sustentável pode ser atribuído aos veículos elétricos. O tema sustentabilidade está intimamente relacionado ao desenvolvimento

e, não raras vezes, é abordado no binômio desenvolvimento sustentável. Diante disto, intentando diferenciar desenvolvimento, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, primeiramente é feita uma análise doutrinária e legislativa destes termos.

Desenvolvimento não é meramente relacionado ao aspecto econômico. Neste trabalho, adotou-se o posicionamento de Amartya Sen sobre o tema. Ou seja, desenvolvimento é a expansão das liberdades individuais, e não existe um meio específico, pré-determinado, para isso. São necessárias discussões públicas abertas para encontrar a melhor opção. O termo desenvolvimento sustentável é definido como a preocupação com a expansão das liberdades individuais das gerações futuras, de forma que elas também possam ter atendidas todas as suas necessidades para uma vida digna (saúde, educação, meio ambiente ecologicamente equilibrado e outros). Já a sustentabilidade é um substantivo que expressa uma ideia de condição sustentável, que se preocupa com as futuras gerações. Assim, o desenvolvimento sustentável evoca a proteção ambiental em relação às futuras gerações.

Ao se falar em desenvolvimento sustentável e veículos elétricos em relação ao meio ambiente, deve ser estudado todo o seu ciclo de vida e seus possíveis impactos para as gerações futuras na seara ambiental, com base nas informações científicas presentes. Ressalte-se que as certezas científicas são constantemente colocadas em xeque na sociedade de risco moderna. Cabe ao Estado analisar e optar pela melhor opção, visando o desenvolvimento sustentável. Ou seja, decidir incentivar ou não a adoção dos veículos elétricos com base nas informações científicas atuais sobre o ciclo de vida desses produtos e os impactos futuros.

No ato subsequente, foram examinados os impactos ambientais das baterias dos veículos elétricos durante a fabricação, uso e pós-uso, comparando-os aos veículos movidos à combustão interna, visto que as baterias são a principal diferença entre eles. Os veículos elétricos tem potencial para serem ambientalmente melhores e, portanto, mais sustentáveis. No entanto, futuramente, se adotados em massa, o descarte de suas baterias pode se tornar um problema. No último tópico, foi analisado o tratamento jurídico brasileiro no pós-uso das baterias dos veículos elétricos na seara administrativa, civil e penal.

Conclui-se que o incentivo Estatal à economia circular pode ser uma alternativa para combater o problema da destinação final inadequada e das baterias dos veículos elétricos. Para tanto, verifica-se a necessidade de dispositivos específicos relacionados a esta temática que abordem quais medidas serão adotadas no pós-uso deste produto.

1. O CARRO ELÉTRICO COMO TENDÊNCIA MUNDIAL

1.1. DADOS HISTÓRICOS

A Revolução Industrial possibilitou a produção em massa de bens de consumo, bem como reduziu os custos da produção, tornando-os mais acessíveis. O advento dos veículos elétricos (VE's) não se deu imediatamente após o início da Primeira Revolução Industrial no cotidiano dos indivíduos. Houve um momento de inserção e adaptação dos indivíduos aos primeiros automóveis. Segundo Márcio Eduardo Zuba, “A história do automóvel deve ser igualmente considerada uma história do ambiente e do comportamento”¹, já que a utilização dos modais de transporte não é uma condição inata de determinados indivíduos da sociedade.

A história é cíclica; o que hoje é aceito e reverenciado, já foi recusado em algum momento. Os veículos elétricos não são uma invenção atual. A gênese dos primeiros veículos elétricos data do início do século XIX, na Escócia e nos Estados Unidos da América (EUA).² Para buscar soluções para a inserção dos veículos elétricos atualmente, é necessário analisar o passado e verificar quais foram os motivos para o seu declínio inicialmente. Embora o desenvolvimento dos veículos a combustão e dos veículos elétricos possa ser considerado simultâneo, a utilização destes foi prejudicada devido a problemas relacionados a “dificuldade de subir ladeiras muito íngremes; baixa autonomia; e baixa velocidade”. Estas dificuldades se relacionam com a “capacidade de armazenamento das baterias”.³

O desenvolvimento da indústria automobilística sofreu grande influência da indústria petrolífera – tanto nos momentos considerados auspiciosos, quanto nas crises.⁴ “Em 1900, 28% dos carros nas ruas dos Estados Unidos eram elétricos”.⁵ Todavia, no início do século XX, foram substituídos por veículos que utilizavam combustíveis fósseis derivados do petróleo

¹ ZUBA, Márcio Eduardo. **A teoria da performatividade no contexto dos estudos de ciência, tecnologia e sociedade**: um resgate do caso do veículo elétrico na França dos anos de 1970. 2020. vi, 336 f. Tese (doutorado em Tecnologia e Sociedade) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020. p. 182. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5012>. Acesso em: 5 jan. 2021.

² DENTON, Tom. **Veículos elétricos e híbridos**. São Paulo: Blucher, 2018. p. 6.

³ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade**. 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 7. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>>. Acesso em: 6 jan. 2020.

⁴ ZUBA, Márcio Eduardo. **A teoria da performatividade no contexto dos estudos de ciência, tecnologia e sociedade**: um resgate do caso do veículo elétrico na França dos anos de 1970. 2020. vi, 336 f. Tese (doutorado em Tecnologia e Sociedade) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020. p. 185. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5012>. Acesso em: 5 jan. 2021.

⁵ SANTOS, Max Mauro Dias. **Veículos elétricos e híbridos**: fundamentos, características e aplicações. São Paulo: Érica, 2020. p. 18.

(gasolina e diesel)⁶ em razão da falta de infraestrutura nas estradas e a diminuição dos preços dos combustíveis fósseis. O modo de produção de Henry Ford também influenciou a diminuição dos preços dos carros com motor a combustão, fazendo com que os veículos elétricos fossem deixados de ser usados.⁷

O motor a combustão interna passou a dominar os mercados, notadamente a partir de 1920.⁸ No entanto, devido às crises do petróleo (em 1920 e 1970), observou-se que os veículos elétricos voltaram a ter atenção, também em virtude dos problemas ambientais advindos da emissão de gases de efeito estufa pela utilização de combustíveis fósseis (gasolina e diesel).⁹

O primeiro carro elétrico híbrido a ser comercializado foi o Toyota Prius, em 1997, seguido da Audi Duo híbrido (1997), Honda Insight híbrido (1999), Honda Civic híbrido (2003), Ford Escape híbrido (2004), General Motors Volt híbrido (2007) e, em 2009, o Nissan Leaf, que é um elétrico puro.¹⁰ “Pode-se afirmar que os híbridos representam o passo intermediário da evolução entre os automóveis convencionais e os elétricos”.¹¹ Atualmente, existem diversos modelos de veículos elétricos e de diversas marcas.

Os veículos elétricos não são todos iguais, podendo ser classificados de acordo com sua fonte de energia. Será abordada na próxima seção a concepção de veículo elétrico adotada no presente artigo, buscando tornar a explicação mais clara e fluída no decorrer dos demais tópicos.

⁶ DENTON, Tom. **Veículos elétricos e híbridos**. São Paulo: Blucher, 2018. p. 6.

⁷ SANTOS, Max Mauro Dias. **Veículos elétricos e híbridos: fundamentos, características e aplicações**. São Paulo: Érica, 2020. p. 18-19.

⁸ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade**. 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 11. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

⁹ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade**. 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 12. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

¹⁰ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade**. 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 15-18. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

¹¹ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade**. 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 19. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

1.2. CONCEPÇÃO DE CARRO ELÉTRICO

Definir é impor limites à pesquisa científica para torná-la mais clara, tomando as devidas cautelas para não simplificar demais a realidade complexa. Segundo Pedro Demo, “Fazer ciência é, em certo sentido e em primeiro lugar, saber definir”¹². Partido do pressuposto que “Definir conhecimento científico supõe o ponto de vista de quem define”¹³, adotando ou rejeitando definições anteriormente feitas, serão expostas a seguir algumas acepções adotadas como limites da presente pesquisa.

Existem várias classificações referentes aos VE's. Eles podem ser total ou parcialmente elétricos. Os parcialmente elétricos recebem o nome de veículos híbridos – quando a fonte de energia não provém apenas de uma bateria elétrica, havendo necessidade de motor de combustão interna.¹⁴

Veículo elétrico é um termo genérico usado para designar as seguintes espécies de veículos: Veículos Elétricos a Bateria (VEB) ou Veículo Elétrico Puro (VEP), quando movidos puramente a bateria; Veículos Híbridos Elétricos (VHE), quando possuem bateria e motor de combustão interna, sendo que a bateria pode ser recarregada pela frenagem regenerativa ou pelo motor; e Veículos Híbridos Elétricos *Plug-in* (VHEP), que diferenciam-se dos VHE por ser possível o carregamento da bateria em fontes externas de energia elétrica.¹⁵

Recentemente, tem-se desenvolvido a tecnologia de veículos elétricos de célula a combustível (VECC), “Que utilizam a célula de combustível como fonte de geração de energia elétrica”.¹⁶ Assim, são considerados veículos elétricos os “Automóveis que utilizam um ou mais motores elétricos na sua propulsão, sendo alimentados por células de combustíveis a hidrogênio ou baterias recarregáveis”.¹⁷

¹² DEMO, Pedro. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2019. p. 18.

¹³ DEMO, Pedro. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2019. p. 13.

¹⁴ DENTON, Tom. **Veículos elétricos e híbridos**. São Paulo: Blucher, 2018. p. 3.

¹⁵ OGURA, Koki; KOLHE, Mohan Lal. Battery Technologies for electric vehicles. In: MUNEER. Tariq; KOLHE, Mohan; DOYLE, Aisling (eds.). **Electric Vehicles: Prospects and Challenges**. [S.l.]: Elsevier: 2017. p. 139-167. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128030219000045>. Acesso em: 27 jan. 2021.

¹⁶ SANTOS, Max Mauro Dias. **Veículos elétricos e híbridos: fundamentos, características e aplicações**. São Paulo: Érica, 2020. p. 20.

¹⁷ LEMES. Jussilaine Fernandes. **Análise de viabilidade de implantação de posto de recarga de veículos elétricos com abastecimento fotovoltaico**. 2018. vi, 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Energia (Bacharel) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018. p. 9. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/2834/1/JussilaineFernandesLemes.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2021.

Segundo o anexo I do Código de Trânsito Brasileiro, automóvel é “Veículo automotor destinado ao transporte de passageiros, com capacidade para até oito pessoas, exclusive o condutor”.¹⁸ No anexo I do Código de Trânsito Brasileiro (Lei Federal n. 9.503/1997) estão estabelecidos conceitos e definições, sendo considerado veículo automotor “Todo veículo a motor de propulsão que circule por seus próprios meios, e que serve normalmente para o transporte viário de pessoas e coisas [...]”.¹⁹ Os veículos elétricos aqui serão considerados veículos automotores, de acordo com a definição acima transcrita, já que estes circulam por seus próprios meios para transporte de pessoas ou coisas e incluem os ônibus elétricos.

De forma diferente, o artigo 96 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) estabelece a classificação dos veículos quanto a tração, diferenciando “automotor” de “elétrico”. Sustenta-se que o termo correto seria “motor de combustão interna” no lugar de “automotor”, no artigo 96 do CTB. No mesmo sentido, Max Mauro Dias Santos afirma que os veículos com autopropulsão do tipo motor elétrico e híbrido são abrangidos pela definição de automóvel, sendo este “Um veículo terrestre constituído de subsistemas que se desloca com auxílio de um sistema de propulsão capaz de movimentar-se sobre a superfície terrestre”.²⁰ Diante disso, utilizar-se-á o termo carro elétrico para referir-se aos automóveis elétricos.

Os veículos elétricos, após aproximadamente 120 anos de sua invenção, estão ressurgindo como alternativa para a descarbonização da mobilidade. No entanto, ainda subsistem algumas barreiras para a sua plena adoção e aceitabilidade. Na próxima seção secundária, pretende-se expor como está o panorama da utilização dos veículos elétricos no mundo.

1.3. O AUMENTO NA UTILIZAÇÃO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MUNDO: NORMAS E INCENTIVOS

O aumento da utilização dos VE's no mundo decorre em grande parte dos esforços governamentais, muitas vezes por meio de incentivos financeiros diretos. Os investimentos em

¹⁸ BRASIL. Lei Federal n. 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Diário Oficial**, Brasília, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503compilado.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

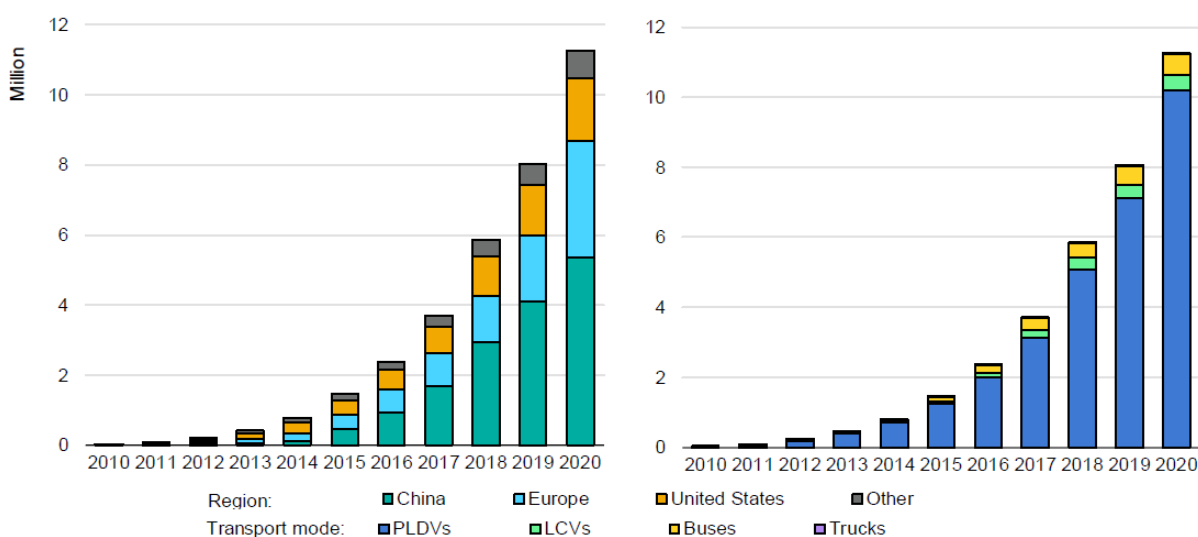
¹⁹ BRASIL. Lei Federal n.º 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Diário Oficial**, Brasília, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503compilado.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

²⁰ SANTOS, Max Mauro Dias. **Veículos elétricos e híbridos: fundamentos, características e aplicações**. São Paulo: Érica, 2020. p. 21.

incentivos de veículos elétricos no mundo subiram 19% (dezenove por cento) em 2020, em comparação a 2019.²¹

A imagem abaixo contém dois gráficos. Pode ser observado à esquerda o crescimento global do estoque de veículos por região, sendo que a China, EUA e os países europeus são os que se destacam. Já no gráfico à direita, nota-se que esse crescimento se deu principalmente com os “*passenger light-duty vehicles*” (PLDVs – sigla em inglês), ou seja, dos veículos leves destinados a passageiros.

Figura 1 – Estoque global de veículos elétricos por região (esquerda) e modo de transporte (direita), 2010-2020



Fonte: GLOBAL OUTLOOK, 2021, p. 7.

Com o desenvolvimento tecnológico, os VE’s passaram a ter competitividade frente aos veículos convencionais.²² No entanto, algumas barreiras para a sua inserção ainda persistem, dentre as quais destaca-se o “alto custo de aquisição”; o “longo tempo para recarga”; o “alto custo de manutenção com as baterias”; a “baixa autonomia”; o “risco de incêndio”; e a “falta de infraestrutura de recarga”; entre outros.²³ Frente a isso, é primordial considerar os

²¹ AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **Global EV Outlook 2021**: Accelerating ambitions despite the pandemic. IEA: Paris, 2021. p. 5. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>. Acesso em: 2 out. 2021.

²² THIEL, Christian; TSAKALIDIS, Anastasios; JÄGER-WALDAU, Arnulf. Will Electric Vehicles Be Killed (again) or Are They the Next Mobility Killer App?. **Energies**, Basileia, v. 13, n. 7, p. 1-10, abril de 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/7/1828>. Acesso em: 2 out. 2021.

²³ MENA, Rafael Maciel. **Análise dos veículos elétricos a bateria no Brasil**: uma abordagem SWOT. 2020. vi, 113 f. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, São Paulo, 2020. p. 86-87. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-10122020-114246/fr.php>. Acesso em: 21 fev. 2021.

países que estão conseguindo estimular o aumento da frota de veículos elétricos e descobrir de que forma este modal alternativo de transporte está sendo incentivado.

1.3.1. Estados Unidos Da América

De acordo com o Departamento de Energia dos Estados Unidos da América, os EUA possuem 29 leis relacionadas aos veículos elétricos referentes a programas, regulamentações e incentivos.²⁴ Já se constatavam normas relacionadas à preocupação com a poluição do ar nos EUA no século passado, como é o caso do “*Clean Air Act*”, que estabelece padrões de qualidade do ar.²⁵

Com a meta de atingir os objetivos do “*Clean Air Act*”, foi criado, em 1991, o Programa de Mitigação de Congestionamento e Melhoria da Qualidade do Ar (CMAQ), que financiava projetos ambicionando a diminuição da poluição do ar decorrente dos meios de transporte.²⁶ O referido programa foi substituído pelo “*The FAST Act*”, que dá prioridade para a infraestrutura de veículos elétricos e movidos a gás natural.²⁷

As cidades precisam se reinventar para alcançar o desenvolvimento sustentável, incluindo o seu próprio meio ambiente, de forma que estas possam continuar existindo de forma saudável.²⁸ O termo “*Smart Cities*”, em tradução literal, significa Cidade Inteligente. Embora não haja uma conceituação unânime da doutrina, o termo refere-se a um “Ideal urbanístico que agrega a boa qualidade de vida, comunicação e gestão eficiente dos serviços e espaços públicos, proteção do meio ambiente, ou seja, uma cidade sustentável”.²⁹ A mobilidade urbana é um elemento de intervenção na cidade para que esta possa se desenvolver, tornar-se “*smart*”.

²⁴ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA DEPARTAMENTO DE ENERGIA. **Search Federal and State Laws and Incentives**. Disponível em: <https://afdc.energy.gov/laws/>. Acesso em: 23 set. 2021.

²⁵ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE. **Federal Programs Directory: Congestion Mitigation and Air Quality (CMAQ) Improvement Program**. Disponível em: <https://www.transportation.gov/sustainability/climate/federal-programs-directory-congestion-mitigation-and-air-quality-cmaq>. Acesso em: 23 set. 2021.

²⁶ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE. **Federal Programs Directory: Congestion Mitigation and Air Quality (CMAQ) Improvement Program**. Disponível em: <https://www.transportation.gov/sustainability/climate/federal-programs-directory-congestion-mitigation-and-air-quality-cmaq>. Acesso em: 23 set. 2021.

²⁷ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE. **Congestion Mitigation and Air Quality Improvement Program**. Disponível em: <https://www.fhwa.dot.gov/fastact/factsheets/cmaqfs.cfm>. Acesso em: 23 set. 2021.

²⁸ LEITE, Carlos. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano**. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 6-8.

²⁹ GUIMARÃES, Patrícia Borba Vilar; SILVA, Lucas do Monte. Autorregulação jurídica no urbanismo contemporâneo: smart cities e mobilidade urbana. **Revista de direito da cidade**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 1231-1253, 2016. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/23468/19142>. Acesso em: 17 ago. 2020.

Em 1993, foi criado o programa “*Clean Cities*”, com a finalidade de implementar combustíveis alternativos e novas opções de mobilidade. Em 2015, o Departamento de Transporte dos EUA lançou o desafio “*Smart City*”, com o intuito de desenvolver sistemas de transporte inteligentes e integrados.³⁰ A vencedora foi a cidade de Columbus, em Ohio, que, em seu plano, incluía a infraestrutura de carregamento de veículos elétricos. Pittsburgh e Denver, duas das sete finalistas, também previam, em seu plano, infraestruturas de carregamento para veículos elétricos.³¹

O “*Energy Independence Security Act*”, de 2007, pode ser considerado uma das normas mais importantes relacionadas aos veículos elétricos. Nele, estão previstas questões de segurança relacionadas aos veículos elétricos, tais como a garantia das baterias, os padrões de motores elétricos e previsões sobre postos de carregamento. Ele também alterou o “*Energy Politic Act*”, de 1991, que determina a porcentagem de veículos da frota federal que devem ser de combustíveis alternativos, incluindo como combustível alternativo a eletricidade.³²

Especificamente sobre VE’s, foi lançado, em 2013, o programa “*EV Everywhere*”, com o objetivo de aumentar a produção de veículos elétricos *plug-in*.³³ Para Mariana Cardoso Chrispim *et al.*, “Os HEV [sigla em inglês para veículos elétricos híbridos] podem servir como uma tecnologia de ponte, facilitando a transição entre a gasolina e a eletricidade no setor de transportes”.³⁴ Entre as metas do programa, destacam-se a diminuição dos custos das baterias e diminuição do peso dos veículos.³⁵

Em 2019, o setor de transporte dos EUA foi responsável por 28,6% das emissões de gases causadores de efeito estufa, sendo que 27,7% destas são decorrentes da queima de

³⁰ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE. **Smart City Challenge**. Disponível em: <https://www.transportation.gov/smartcity>. Acesso em: 23 set. 2021.

³¹ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE. **Smart city challenge: Lessons for Building Cities of the future**. Disponível em: <https://www.transportation.gov/policy-initiatives/smartcity/smart-city-challenge-lessons-building-cities-future>. Acesso em: 25 set. 2021.

³² ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Energy Independence Act. Public Law n.º 110-140, de 19 de dezembro de 2007. **Federal Register**, 2007. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/PLAW-110publ140/pdf/PLAW-110publ140.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.

³³ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE. **EV Everywhere: Grand Challenge Blueprint**. 2013. Disponível em: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/02/f8/eveverywhere_blueprint.pdf. Acesso em 25 set. 2021.

³⁴ CHRISPIM, Mariana Cardoso; SOUZA, Jhonathan Fernandes Torres de; SIMÕES, André Felipe. Avaliação comparativa entre veículos elétricos e veículos convencionais no contexto de mitigação das mudanças climáticas. **Revista de gestão e sustentabilidade ambiental**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 127-148, jan./mar. 2019. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6723. Acesso em: 16 jan. 2021.

³⁵ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE. **EV Everywhere: Grand Challenge Blueprint**. 2013. Disponível em: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/02/f8/eveverywhere_blueprint.pdf. Acesso em 25 set. 2021.

combustível fóssil.³⁶ Visando reduzir a poluição de tais gases, o Departamento de Energia dos EUA passou a incentivar financeiramente e facilitar projetos relacionados à infraestrutura, hardware, software e combustíveis alternativos com tais finalidades.³⁷

Em 2020, foi determinado que os veículos certificados pela Agência de Proteção do Meio Ambiente (EPA – sigla em inglês) dos EUA, movidos a combustíveis alternativos, podem ter isenções até 30 de setembro de 2025.³⁸ Ainda, existe o incentivo fiscal para aquisição de veículos elétricos nos EUA, podendo ser gerado um crédito para o imposto de renda.³⁹ As vendas de veículos puramente elétricos nos EUA cresceram, em média, 42,2% por ano no período de 2011-2020. As dos veículos elétricos híbridos cresceram em média 6%, e os veículos elétricos híbridos *plug-in*, 27%.⁴⁰

O presidente Joe Biden, em 2021, anunciou uma ordem executiva intitulada “*Tackling the Climate Crisis at Home and Abroad*” – traduzido, “Enfrentando a crise climática em casa e no exterior”. Na referida ordem, na seção 205, prevê-se a estratégia para aquisição de veículos e eletricidade limpa.⁴¹ Seguindo a linha da descarbonização da mobilidade, o Departamento de Defesa dos EUA prefere adquirir veículos com motor elétrico ou híbrido.⁴² Também existem nos EUA normas específicas sobre pontos de carregamento e as informações necessárias que devem estar presentes.⁴³

Observa-se a existência de normativas que estimulam a adoção de veículos elétricos, que variam desde o incentivo à pesquisa e desenvolvimento das baterias, com a meta de

³⁶ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. **Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990-2019**. 2021. Disponível em: <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks-1990-2019>. Acesso em: 23 set. 2021.

³⁷ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. 42 U.S Code 16513, de 24 de janeiro de 2020. **Federal Register**, 2020. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/USCODE-2019-title42/pdf/USCODE-2019-title42-chap149-subchapXV-sec16513.pdf>. Acesso em: 28 set. 2021.

³⁸ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. 23 U.S Code 166, de 24 de janeiro de 2020. **Federal Register**, 2020. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/USCODE-2019-title23/pdf/USCODE-2019-title23-chap1-sec166.pdf>. Acesso em: 28 set. 2021.

³⁹ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE; ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Fuel Economy Guide**. Office of Energy Efficiency and Renewable Energy: Washington, 2021. Disponível em: <https://fuelconomy.gov/feg/pdfs/guides/FEG2021.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.

⁴⁰ DAVIS, Stacy C.; BOUNDARY, Robert G. **Transportation Energy Data Book**. 39 ed. Oak Ridge National Laboratory: Oak Ridge, 2021. Disponível em: <https://tedb.ornl.gov/data/>. Acesso em: 23 set. 2021.

⁴¹ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Ordem executiva n. 14088, de 27 de janeiro de 2021. **Federal Register**, 2021. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2021-02-01/pdf/2021-02177.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.

⁴² ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. 10 U.S Code 2922g, de 24 de janeiro de 2020. **Federal Register**, 2020. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/USCODE-2019-title10/pdf/USCODE-2019-title10-subtitleA-partIV-chap173-subchapII-sec2922g.pdf>. Acesso em: 28 set. 2021.

⁴³ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE. **Alternative Fueling Station Locator**. Disponível em: <https://afdc.energy.gov/stations#/corridors>. Acesso em: 25 set. 2021.

diminuir os custos, até isenções fiscais para os consumidores nos EUA. Além disso, a presença de normativas relacionadas à infraestrutura de carregamento pode aumentar a confiança do consumidor em adquirir os veículos elétricos.

1.3.2. Europa

Há vários anos a União Europeia vem desenvolvendo normativas relacionadas aos veículos elétricos com o intento de, principalmente, minimizar as emissões de gases causadores do efeito estufa. Em 2008, foi publicada a Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho n.º 50, “relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa” e prevê a elaboração de Planos de Qualidade do Ar caso determinada zona ou aglomeração exceda os parâmetros previstos.⁴⁴

Em 2010, por meio de Resolução do Parlamento Europeu (sobre um futuro sustentável para os transportes), foram estabelecidos objetivos para o setor de transportes. Entre eles, estão a duplicação do número de passageiros transportados por meio de veículos elétricos e a redução de emissão de dióxido de carbono em 20% decorrentes do setor de transporte para 2020, comparativamente ao ano de 2010. Nessa mesma linha, o Regulamento n.º 631 de 2019 do Parlamento Europeu e do Conselho “estabeleceu normas de desempenho em matéria de emissões de CO₂ dos automóveis novos de passageiros e dos veículos comerciais ligeiros novos”.⁴⁵

Em 2010, foi criada a política denominada “Iniciativa Veículos Elétricos” (EVI – sigla em inglês), na qual a Agência Internacional de Energia atua como coordenadora. Entre os países que atuaram em 2020-2021, podem ser citados França, Alemanha, China e Portugal.⁴⁶ Em 2017, foi lançada a campanha “EV30@30”, também coordenada pela Agência Internacional de

⁴⁴ EUROPA. Diretiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de maio de 2008. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2008. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/pt/ALL/?uri=CELEX%3A32008L0050>. Acesso em: 22 set. 2021.

⁴⁵ EUROPA. Regulamento (UE) 2019/631, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de abril de 2019. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2019. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02019R0631-20210301>. Acesso em: 22 set. 2021.

⁴⁶ AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **Global EV Outlook 2021**: Accelerating ambitions despite the pandemic. IEA: Paris, 2021. p. 11. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>. Acesso em: 2 out. 2021.

Energia, visando aumentar a venda de veículos elétricos em 30% até 2030. Entre os países que aderiram a esta campanha cita-se China, França, Alemanha e Portugal.⁴⁷

No ano de 2013, foi estabelecido no Regulamento da União Europeia n.º 1.316 o Mecanismo Interligar a Europa (MIE),⁴⁸ posteriormente revogado pelo Regulamento n.º 1.153 de 2021, que está atualmente em vigor. O Mecanismo Interligar Europa foi criado com o intuito de “Acelerar os investimentos no domínio das redes transeuropeias e mobilizar os financiamentos provenientes dos setores público e privado”, visto que, como o próprio regulamento destaca, é necessária, para a promoção dos investimentos, “Uma mobilidade inteligente, interoperável, sustentável, multimodal, inclusiva, acessível, segura e protegida por toda a União”.⁴⁹

Destaca-se que a criação do MIE também prioriza ações sustentáveis que visam apoiar projetos de combate às alterações climáticas, como é o caso dos combustíveis alternativos. Prevê a referida resolução que “O MIE deve contribuir com 60% do seu enquadramento financeiro global para os objetivos climáticos”. Estima-se que os investimentos para descarbonização da mobilidade urbana serão de 700 mil milhões de euros entre 2021-2027. Entre os objetivos gerais do Mecanismo Interligar a Europa 2021-2027, destaca-se o “Desenvolvimento sustentável e inclusivo”, por meio de incentivos a projetos de mobilidade inteligente e descarbonização da economia.⁵⁰

Para a concessão de subvenções aos projetos, devem ser analisados os impactos econômicos, sociais e ambientais em relação a todo ciclo de vida⁵¹ do projeto (artigo 14 do

⁴⁷ AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **Global EV Outlook 2021**: Accelerating ambitions despite the pandemic. IEA: Paris, 2021. p. 5. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>. Acesso em: 2 out. 2021.

⁴⁸ EUROPA. Regulamento (UE) n.º 1316/2013, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de dezembro de 2013. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2013. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32013R1316>. Acesso em: 22 set. 2021.

⁴⁹ EUROPA. Regulamento (UE) n.º 2021/1153 do Parlamento Europeu e do Conselho de 7 de julho de 2021. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2021. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32021R1153>. Acesso em: 22 set. 2021.

⁵⁰ EUROPA. Regulamento (UE) n.º 2021/1153 do Parlamento Europeu e do Conselho de 7 de julho de 2021. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2021. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32021R1153>. Acesso em: 22 set. 2021.

⁵¹ “A Avaliação do Ciclo de Vida é um processo para avaliar o meio ambiente ônus associados a um produto, processo ou atividade, identificando e quantificar a energia e os materiais utilizados e os resíduos liberados para o ambiente; para avaliar o impacto desses usos de energia e materiais e liberações para o meio ambiente; e para identificar e avaliar oportunidades de afetar as melhorias ambientais. A avaliação inclui todo o ciclo de vida do produto, processo ou atividade], englobando a extração e o processamento de matérias-primas; fabricação; transporte e distribuição; uso, reutilização, manutenção; reciclagem, e disposição final” Cf.: SOCIETY OF ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY AND CHEMISTRY (SETAC). **Guidelines for Life-Cycle Assessment: A 'Code of Practice'**. 1 ed. SETAC: Sesimbra-Portugal, 1993. p. 5.

Regulamento 1.153 de 2021).⁵² É interessante destacar a preocupação com os efeitos ambientais a longo prazo, visto que algumas ações podem parecer benéficas num primeiro momento, mas com o passar dos anos podem ocasionar ainda mais danos.

Para análise do MIE, serão utilizados indicadores, previstos no anexo do Regulamento n.º 1.153, de 2021. Entre eles, está o “Número de pontos de abastecimento de combustíveis alternativos” e o “Número de ações apoiadas pelo MIE, que contribuem para projetos que permitem uma maior penetração das energias renováveis nos sistemas energéticos”.

Por meio da Diretiva 2014/94/EU, o Parlamento Europeu abordou o tema da “Criação de uma infraestrutura para combustíveis alternativos”, com a intenção de estabelecer medidas comuns para tanto, sendo a eletricidade um dos combustíveis alternativos citados pela norma. No referido documento, estão presentes requisitos mínimos que devem ser observados na implantação de infraestrutura para os combustíveis alternativos, nos termos do artigo 3º.⁵³

Também ficou estabelecido que, até 31 de dezembro de 2020, deveria ser instalado um número de postos de carregamento adequados, acessíveis ao público, viabilizando a adoção e circulação dos veículos elétricos.⁵⁴ No quadro abaixo, podem ser observadas algumas diretivas da União Europeia que dispõem sobre pontos de carregamento de veículos elétricos.

Quadro 1 - Diretivas do Parlamento Europeu e do Conselho aplicáveis aos pontos de carregamento

Diretiva 2014/35/CE	relativa à harmonização da legislação dos Estados-Membros respeitante à disponibilização no mercado de material elétrico destinado a ser utilizado dentro de certos limites de tensão
Diretiva 2014/53/CE	relativa à harmonização da legislação dos Estados-Membros respeitante à disponibilização de equipamentos de rádio no mercado e que revoga a Diretiva 1999/5/CE
Diretiva 2014/30/CE	Relativa à harmonização da legislação dos Estados-Membros respeitante à compatibilidade eletromagnética
Diretiva 2014/94/EU	relativa à criação de uma infraestrutura para combustíveis alternativos

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

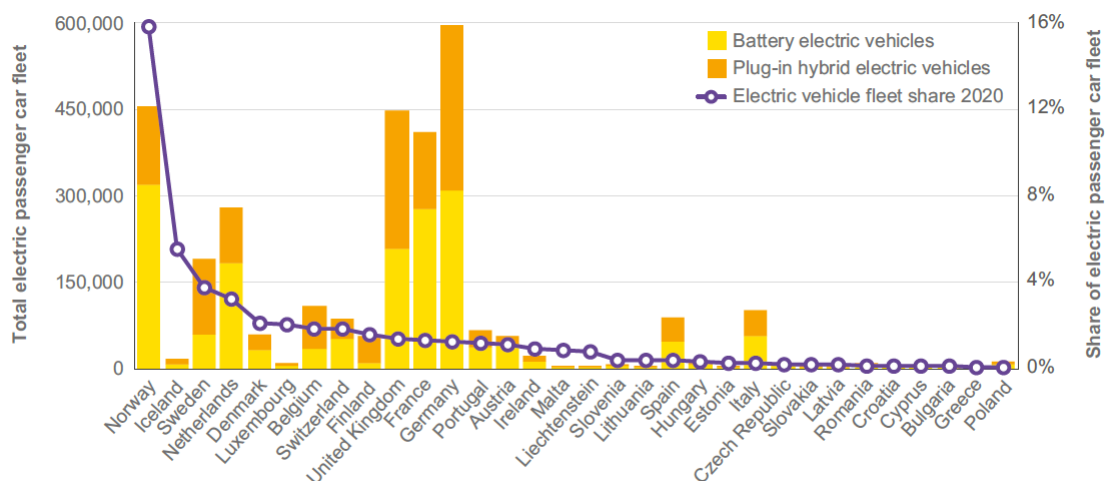
⁵² EUROPA. Regulamento (UE) n.º 2021/1153 do Parlamento Europeu e do Conselho de 7 de julho de 2021. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2021. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32021R1153>. Acesso em: 22 set. 2021.

⁵³ EUROPA. Diretiva (UE) n.º 94, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de outubro de 2014. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2014. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A32014L0094>. Acesso em: 21 set. 2021.

⁵⁴ EUROPA. Diretiva (UE) n.º 94, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de outubro de 2014. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2014. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A32014L0094>. Acesso em: 21 set. 2021.

As diretivas da União Europeia são objetivos gerais que os países membros devem alcançar. Em relação aos VE's, alguns países destacam-se na implementação dessa meta, como são os casos da Noruega, Reino Unido, Alemanha e França. A imagem abaixo representa a participação dos veículos elétricos de passageiros no mercado europeu em dezembro de 2020.

Figura 2 - Total e participação da frota de automóveis elétricos de passageiros nos mercados europeus até dezembro de 2020



Fonte: EUROPEAN ALTERNATIVE FUEL OBSERVATOR, 2021, p. 5.

Foram eleitos dois países, França e Portugal, para a análise mais pormenorizada das normas e atualidades dos VE's. Atualmente, 70% da frota de veículos elétricos europeus concentra-se em cinco países, entre eles a França,⁵⁵ justificando sua escolha. Em relação a Portugal, além da vinculação histórica, o idioma possibilita o estudo e comparação de forma mais apurada.

1.3.2.1. França

Já foi abordado inicialmente que o mercado dos VE's está intimamente ligado ao setor petrolífero. O alto consumo de petróleo pelo setor automobilístico desencadeou uma “Luta mundial pelo petróleo” na década de 1920.⁵⁶ Anos depois, na década de 1970, observou-se que

⁵⁵ EUROPEAN ALTERNATIVE FUEL OBSERVATORY. **On the electrification path:** Europe's progress towards clean transportation. 2021. Disponível em: <https://www.eafo.eu/sites/default/files/2021-03/EAFO%20Europe%20on%20the%20electrification%20path%20March%202021.pdf>. Acesso em 2 out .2021.

⁵⁶ ZUBA, Márcio Eduardo. **A teoria da performatividade no contexto dos estudos de ciência, tecnologia e sociedade:** um resgate do caso do veículo elétrico na França dos anos de 1970. 2020. vi, 336 f. Tese (doutorado em Tecnologia e Sociedade) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5012>. Acesso em: 5 jan. 2021. p. 186.

os veículos elétricos voltaram a ter atenção em cenário semelhante⁵⁷, com a crise do petróleo em 1973 e os problemas ambientais advindos da emissão de gases de efeito estufa pela utilização de combustíveis fósseis. A alta nos preços do petróleo a partir da segunda metade do século XX fez com que o interesse nos carros elétricos retornasse⁵⁸.

A França passou a depender do fornecimento de petróleo advindo dos Estados Unidos a partir da Primeira Guerra Mundial e, anos depois, enfrentou um cenário similar na metade da década de 1960.⁵⁹ Devido a isso, o governo francês investiu em carros elétricos por meio da empresa EdF (*Électricité de France*) e, seguindo essa linha, em 1976, o governo norte-americano desenvolveu um programa para veículos elétricos e híbridos.⁶⁰ Pode-se dizer que a França foi pioneira na retomada dos veículos elétricos.

Recentemente, em 2017, a França, por meio de um documento do Ministro da Transição Ecológica e Inclusiva, abordou a pretensão de acelerar a implementação do Acordo de Paris. Para tanto, foram estipulados objetivos a serem alcançados, entre eles a descarbonização da mobilidade, por meio da utilização de energia elétrica livre de emissões de carbono, entre outras medidas.⁶¹ A utilização de veículos elétricos é umas das alternativas que podem ser implementadas para a descarbonização da mobilidade.

Para incentivar a disseminação dos veículos elétricos, o Código Ambiental Francês estabelece sobre aquisição de veículos com baixas emissões, tais como os veículos elétricos, pelo Governo Francês.⁶² No ano de 2019, foi inserido no Código de Energia Francês um “Plano de desenvolvimento de infraestrutura de carregamento para veículos elétricos e veículos elétricos híbridos *plug-in*”. No entanto, este foi revogado em março de 2021.⁶³

⁵⁷ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade.** 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 12. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

⁵⁸ DENTON, Tom. **Veículos elétricos e híbridos.** São Paulo: Blucher, 2018. p. 6.

⁵⁹ ZUBA, Márcio Eduardo. **A teoria da performatividade no contexto dos estudos de ciência, tecnologia e sociedade: um resgate do caso do veículo elétrico na França dos anos de 1970.** 2020. vi, 336 f. Tese (doutorado em Tecnologia e Sociedade) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5012>. Acesso em: 5 jan. 2021. p. 187.

⁶⁰ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade.** 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 12. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

⁶¹ FRANÇA. **Climate Plan.** Disponível em: <https://www.gouvernement.fr/en/climate-plan>. Acesso em: 2 de out. 2021.

⁶² FRANÇA. Code de l'environnement. **Légifrance**, Paris, 2021. Disponível em: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006074220/2021-10-02/. Acesso em: 2 out. 2021.

⁶³ FRANÇA. Code de l'énergie. **Légifrance**, Paris, 2021. Disponível em: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000023983208/2021-10-02/. Acesso em: 2 out. 2021

O Código de Construção e Habitação francês prevê normas para os estacionamento de veículos elétricos. Uma delas delimita que, em estacionamentos de edifícios novos não residenciais com mais de dez vagas, pelo menos uma em cada cinco vagas deve possuir instalação para recarga de veículos elétricos. Em edifícios residenciais novos, com mais de dez vagas de estacionamento, todas devem estar pré-equipadas para recarga de veículos elétricos e híbridos *plug-in* que permitem a contagem individualizada do consumo de energia elétrica.⁶⁴

O referido código determina diretrizes de transição para que os edifícios antigos possam se adaptar. Edifícios não residenciais com mais de 20 vagas tem até 1 de janeiro de 2025 para implementar, pelo menos, um posto de carregamento.⁶⁵ Em relação à estrutura de pontos de carregamento, a França é o segundo país da Europa, perdendo apenas para os Países Baixos, em estrutura de carregamento público, segundo dados de 2020.⁶⁶

A França possui incentivo fiscal aos contribuintes franceses. Estes podem se beneficiar com um crédito decorrente das despesas efetuadas para a contribuição para a transição energética relacionada à habitação, como é o caso da instalação de sistema de carregamento de veículos elétricos.⁶⁷ Em adição, o empregador possui benefícios pela assunção “Das despesas com combustíveis ou das despesas com o fornecimento de veículos elétricos incorridas pelos trabalhadores”.⁶⁸

Convém destacar que, em relação à infraestrutura de carregamento dos veículos elétricos, a França é um país altamente avançado. Tal posição reflete-se no aumento da frota de veículos elétricos e, como já dito alhures, no fato de estar entre os cinco países do continente europeu que, juntos, são responsáveis por 70% da frota de veículos elétricos na Europa.⁶⁹

⁶⁴ FRANÇA. Code de la construction et de l'habitation. **Légifrance**, Paris, 2021. Disponível em: legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006074096/LEGISCTA000041563723?fonds=CODE&page=1&pageSize=10&query=véhicules+électriques&searchField=ALL&searchType=ALL&tab_selection=all&type=Pagination=DEFAULT&anchor=LEGISCTA000041563723#LEGISCTA000041563723. Acesso em: 2 out. 2021.

⁶⁵ FRANÇA. Code de la construction et de l'habitation. **Légifrance**, Paris, 2021. Disponível em: legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006074096/LEGISCTA000041563723?fonds=CODE&page=1&pageSize=10&query=véhicules+électriques&searchField=ALL&searchType=ALL&tab_selection=all&type=Pagination=DEFAULT&anchor=LEGISCTA000041563723#LEGISCTA000041563723. Acesso em: 2 out. 2021.

⁶⁶ EUROPEAN ALTERNATIVE FUEL OBSERVATORY. **On the electrification path: Europe's progress towards clean transportation.** 2021. Disponível em: <https://www.eafo.eu/sites/default/files/2021-03/EAFO%20Europe%20on%20the%20electrification%20path%20March%202021.pdf>. Acesso em 2 out .2021.

⁶⁷ FRANÇA. Code général des impôts. **Légifrance**, Paris, 2021. Disponível em: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006069577/2021-10-02/. Acesso em: 2 out. 2021.

⁶⁸ FRANÇA. Code du travail. **Légifrance**, Paris, 2021. Disponível em: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006072050/2021-10-02/. Acesso em: 2 out. 2021.

⁶⁹ EUROPEAN ALTERNATIVE FUEL OBSERVATORY. **On the electrification path: Europe's progress towards clean transportation.** 2021. Disponível em: <https://www.eafo.eu/sites/default/files/2021-03/EAFO%20Europe%20on%20the%20electrification%20path%20March%202021.pdf>. Acesso em 2 out .2021.

1.3.2.2. Portugal

A frota de veículos elétricos de passageiros vem aumentando em Portugal, segundo dados do Observatório Europeu de Combustíveis Alternativos. Em 2020, 8,3% da frota de passageiros em Portugal eram PHEV, e 5,2% eram VEP. Da mesma forma, os pontos de carregamento público também aumentaram consideravelmente. Em 2020 havia 1.976 pontos de carregamento público de recarga normal e 494 pontos públicos de recarga rápida.⁷⁰

Foram criadas diversas normativas a partir de 2009, quando, por meio da Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2009, foi elaborado o Programa para a Mobilidade Elétrica em Portugal (MOBI.E), com o intuito de introduzir veículos elétricos no país. O referido programa é vinculado ao Ministério da Economia e da Inovação.⁷¹ O Programa para a Mobilidade Elétrica em Portugal é composto por três fases: piloto, de crescimento e de consolidação.⁷²

A rede piloto de mobilidade elétrica deveria ter sido implementada até o final de 2011, com a instalação de 1350 pontos de carregamento, além das demais infraestruturas necessárias relacionadas à mobilidade elétrica. No entanto, a rede piloto foi prorrogada até 30 de junho de 2013.⁷³ Esta rede tem como proposta testar e avaliar questões relacionadas à atividade de mobilidade elétrica em Portugal, para que assim possam ser elaboradas estratégias (capítulo IV).⁷⁴

A segunda fase, de crescimento, foi planejada para aumentar a infraestrutura relacionada a mobilidade elétrica a nível nacional, inclusive por meio da adoção da tecnologia “*vehicle-to-grid*”, que possibilita que a energia armazenada nas baterias do veículo elétrico seja

⁷⁰ EUROPEAN ALTERNATIVE FUEL OBSERVATORY. Disponível em: <https://www.eafo.eu/>. Acesso em: 29 mar. 2022.

⁷¹ PORTUGAL. Resolução n.º 36, de 20 de fevereiro de 2009, da Presidência Conselho de Ministros. **Diário da República**, Lisboa, 2009. Disponível em: <https://data.dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/602049/details/maximized>. Acesso em: 6 set. 2021.

⁷² PORTUGAL. Resolução n.º 81, de 7 de setembro de 2009, da Presidência Conselho de Ministros. **Diário da República**, Lisboa, 2009. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/489226/details/maximized>. Acesso em: 6 set. 2021.

⁷³ PORTUGAL. Despacho n.º 115, de 4 de janeiro de 2013, do Ministério da Economia e do Emprego. **Diário da República**, Lisboa, 2013. Disponível em: https://dre.pt/pesquisa/-/search/1994660/details/normal?p_p_auth=a4rmMWeK. Acesso em: 13 set. 2021.

⁷⁴ PORTUGAL. Decreto-lei n.º 39, de 26 de abril de 2010, do Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento. **Diário da República**, Lisboa, 2010. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/614137/details/maximized>. Acesso em: 7 set. 2021.

vendida⁷⁵, já que, neste caso, os veículos elétricos ficam diretamente na rede de distribuição de eletricidade (*grid*).⁷⁶ Por fim, a fase de consolidação terá início quando o aumento dos veículos elétricos atingir um nível sustentado.⁷⁷

O Decreto-lei n.º 39/2010 é a principal normativa nacional de Portugal e coaduna com a visão da Diretiva da União Europeia n.º 94/2014⁷⁸, posteriormente publicada. O Decreto-Lei n.º 39/2010 sofreu alterações por meio do Decreto-Lei n.º 170/2012.⁷⁹ Novamente, em 2014, o Decreto-Lei n.º 39/2010 foi revisado pelo Decreto-Lei n.º 90. A revisão se deu após a prorrogação da fase piloto do Programa de Mobilidade Elétrica, devido ao baixo número de veículos elétricos.⁸⁰ O referido decreto-lei regulamentou a organização e o exercício de atividades relacionadas à mobilidade elétrica, visando fomentar a utilização dos veículos elétricos por meio do incentivo à aquisição e, também, através de normas que possibilitem a utilização dos veículos elétricos livremente.⁸¹

Inicialmente, aos indivíduos que adquirirem veículos elétricos, foi instituído o incentivo financeiro de cinco mil euros a partir da entrada em vigor do Decreto-Lei 39/2010, na aquisição dos primeiros 5 mil veículos elétricos leves novos adquiridos por pessoas singulares, e a soma de 1.500 euros para trocar o veículo em fim de vida por um veículo elétrico

⁷⁵ PORTUGAL. Resolução n.º 81, de 7 de setembro de 2009, da Presidência Conselho de Ministros. **Diário da República**, Lisboa, 2009. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/489226/details/maximized>. Acesso em: 6 set. 2021.

⁷⁶ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade**. 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 37. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

⁷⁷ PORTUGAL. Resolução n.º 81, de 7 de setembro de 2009, da Presidência Conselho de Ministros. **Diário da República**, Lisboa, 2009. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/489226/details/maximized>. Acesso em: 6 set. 2021.

⁷⁸ EUROPA. Diretiva (UE) n.º 94, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de outubro de 2014. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2014. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A32014L0094>. Acesso em: 21 set. 2021.

⁷⁹ PORTUGAL. Decreto-lei n.º 170, de 1 de agosto de 2012, do Ministério da Economia e do Emprego. **Diário da República**, Lisboa, 2012. Disponível em: https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/179069/details/normal?q=Decreto-Lei+n.%C2%BA%20170%2F2012&filterAction=TRUE&tipo_facet=Decreto-Lei&perPage=25&fq=Decreto-Lei+n.%C2%BA%20170%2F2012. Acesso em: 8 set. 2021.

⁸⁰ PORTUGAL. Decreto-lei n.º 90, de 11 de junho de 2014, do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. **Diário da República**, Lisboa, 2014. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/25676885/details/maximized>. Acesso em: 8 set. 2021.

⁸¹ PORTUGAL. Decreto-lei n.º 39, de 26 de abril de 2010, do Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento. **Diário da República**, Lisboa, 2010. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/614137/details/maximized>. Acesso em: 7 set. 2021.

leve novo (capítulo V).⁸² No entanto, posteriormente o Capítulo V do Decreto-Lei 30/2010 foi revogado pela Lei n. 64-B/2011.⁸³

No ano de 2010, a Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos aprovou o primeiro Regulamento da Mobilidade Elétrica (anexo ao Regulamento n.º 464/2011),⁸⁴ nos termos do disposto nos artigos 24 e 54 do Decreto-lei n. 39.⁸⁵ O Regulamento da Mobilidade Elétrica vigente foi aprovado no ano de 2019 (n.º 854/2019), modificado pelo Regulamento n.º 103/2021.

O novo regulamento adequa questões relativas a utilização de dados pessoais e, como os regulamentos anteriores, é norteado pela proteção dos consumidores, de modo que devem ser protegidos os utilizadores de veículos elétricos em relação ao valor das tarifas, garantindo “Níveis mínimos de qualidade de serviço” e “Assegurando simultaneamente o equilíbrio econômico e financeiro às atividades reguladas em condições de gestão eficiente”.⁸⁶ É previsto, ainda, que seja garantida a interoperabilidade dos diversos sistemas de carregamento dos veículos elétricos com a rede de mobilidade elétrica.⁸⁷

O Despacho n. 8.809/2015 criou o Plano de Ação para a Mobilidade Elétrica em Portugal. No Anexo I deste despacho, foi ressaltada a importância da tributação verde e do fomento à aquisição de veículos elétricos. Outro ponto importante são os custos para os consumidores. Para que estes não sejam elevados, deve ser introduzida “Maior concorrência na rede pública de pontos de carregamento, privilegiando o carregamento residencial e nos locais

⁸² PORTUGAL. Decreto-lei n.º 39, de 26 de abril de 2010, do Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento. **Diário da República**, Lisboa, 2010. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/614137/details/maximized>. Acesso em: 7 set. 2021.

⁸³ PORTUGAL. Lei n.º 64-B, de 30 de dezembro de 2011. **Diário da República**, Lisboa, 2011. Disponível em: https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/243769/details/normal?q=Lei+n.%C2%BA%2064-B%2F2011&filterAction=TRUE&tipo_facet=Lei&perPage=25&fq=Lei+n.%C2%BA%2064-B%2F2011. Acesso em: 8 set. 2021.

⁸⁴ PORTUGAL. Despacho n.º 464, de 3 de agosto de 2011, da Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. **Diário da República**, Lisboa, 2011. Disponível em: <https://dre.pt/web/guest/home/-/dre/2654854/details/maximized>. Acesso em: 13 set. 2021.

⁸⁵ PORTUGAL. Decreto-lei n.º 39, de 26 de abril de 2010, do Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento. **Diário da República**, Lisboa, 2010. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/614137/details/maximized>. Acesso em: 7 set. 2021.

⁸⁶ PORTUGAL. Regulamento n.º 854, de 4 de novembro de 2019, da Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. **Diário da República**, Lisboa, 2019. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/125874308/details/normal?l=1>. Acesso em: 13 set. 2021.

⁸⁷ PORTUGAL. Regulamento n.º 854, de 4 de novembro de 2019, da Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. **Diário da República**, Lisboa, 2019. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/125874308/details/normal?l=1>. Acesso em: 13 set. 2021.

de trabalho”, bem como mitigando “As desvantagens, ao nível do preço, dos veículos elétricos e híbridos *plug-in*, face aos veículos convencionais”.⁸⁸

O Despacho n. 8.809/2015 ainda alerta sobre a importância de a administração pública ser exemplo na aquisição de veículos elétricos e demonstrar sua viabilidade. Para tanto, informa a preparação de um Programa de Mobilidade Sustentável para a Administração Pública 2015 - 2020.⁸⁹

Em relação aos pontos de carregamento, a Portaria n. 241/2015 estabelece os requisitos técnicos que devem ser observados para a operação, tais quais: estrutura funcional adequada as leis e regulamentos, recursos humanos com capacidade técnica para as funções designadas, e “Compatibilidade técnica, tecnológica e de segurança entre os equipamentos”.⁹⁰ As regras técnicas aplicáveis aos pontos de carregamento também são estabelecidas pela Portaria n. 221 de 2016 e devem obedecer às Diretivas do Parlamento Europeu e do Conselho; a Portaria n.º 949 -A/2006 do Ministério do Ambiente e Economia, alterada pela Portaria n.º 252/2015 do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia; a Portaria n. 231/2013 do Ministério da Economia e do Emprego; os Documentos de harmonização do Comitê Europeu de Normalização Eletrotécnica; as Normas da Comissão Eletrotécnica Internacional, e restantes normas e requisitos nacionais e comunitárias aplicáveis no presente âmbito.⁹¹

Visando fomentar ainda mais o desenvolvimento da mobilidade urbana elétrica em Portugal, foi autorizado que o Fundo Português de Carbono (FPC) apoiasse o programa MOBI.E por meio da repartição dos encargos.⁹² No ano seguinte, o Decreto-Lei N°42-A/2016 extinguiu os Fundos Português de Carbono, de Intervenção Ambiental, de Proteção dos Recursos Hídricos e para a Conservação da Natureza e da Biodiversidade, e foi criado o Fundo Ambiental, substituindo-os. O Fundo Ambiental visa incentivar políticas públicas para um

⁸⁸ PORTUGAL. Despacho n.º 8.809, de 10 de agosto de 2015, do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. **Diário da República**, Lisboa, 2015. Disponível em: <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/69975995/details/normal?q=Despacho+n.%C2%BA%208809%2F2015>. Acesso em: 8 set. 2021.

⁸⁹ PORTUGAL. Despacho n.º 8.809, de 10 de agosto de 2015, do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. **Diário da República**, Lisboa, 2015. Disponível em: <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/69975995/details/normal?q=Despacho+n.%C2%BA%208809%2F2015>. Acesso em: 8 set. 2021.

⁹⁰ PORTUGAL. Portaria n.º 241, de 12 de agosto de 2015, do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. **Diário da República**, Lisboa, 2015. Disponível em: <https://dre.pt/home/-/dre/69992909/details/maximized>. Acesso em: 9 set. 2021.

⁹¹ PORTUGAL. Portaria n.º 221, de 10 de agosto de 2016, do Ministério do Ambiente e Economia. **Diário da República**, Lisboa, 2016. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/75126729/details/maximized>. Acesso em: 9 set. 2021.

⁹² PORTUGAL. Portaria n.º 854, de 19 de novembro de 2015, do Ministérios das Finanças e do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia - Gabinetes dos Secretários de Estado Adjunto e do Orçamento e do Ambiente. **Diário da República**, Lisboa, 2015. Disponível em: https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/71038452/details/normal?q=Portaria+n.%C2%BA%20854%2F2015&filterAction=TRUE&tipo_facet=Portaria&perPage=25&fq=Portaria+n.%C2%BA%20854%2F2015. Acesso em: 9 set. 2021.

desenvolvimento sustentável, como o caso daquelas que visam diminuir a emissão de gases causadores de efeito estufa por meio do incentivo à utilização de energias renováveis.⁹³

Desde 2017, Portugal cria incentivos para introdução e consumo de veículos elétricos.⁹⁴ Os incentivos já eram previstos pela Lei Orçamentária do Estado de 2017 (Lei n.º 42/2016). O valor investido para tanto aumentou ano a ano⁹⁵. No ano de 2020, o montante global destinado aos incentivos aumentou para 4 milhões de euros.

O referido valor foi dividido nas seguintes categorias, não cumulativas, cada qual com um tratamento jurídico diferente: veículos leves de passageiros; veículos leves de mercadorias; bicicletas citadinas, motociclos de duas rodas e ciclomotores elétricos, e bicicletas de carga; e bicicletas citadinas convencionais. Segundo a nova normativa, os incentivos serão até o limite de 700 unidades para pessoas físicas e 300 unidades para pessoas jurídicas na aquisição de veículos 100% elétricos leves de passageiros. O incentivo para pessoas físicas continuou a ser de 3 mil euros e, para pessoas jurídicas, diminuiu para 2 mil euros.⁹⁶

Ainda, em 2020, com o advento da Pandemia da COVID-19, foi aprovado o Programa de Estabilização Econômica e Social por meio da Resolução do Conselho de Ministros n. 41/2020. Em relação ao MOBI.E, foi proposto um programa nacional de reforço da rede de carregamento. Além disso, foi proposta a criação de plataforma digital visando um melhor desenvolvimento do programa, na qual poderão ser resolvidos todos os problemas relacionados à mobilidade elétrica.⁹⁷

No ano de 2021, houve a manutenção do valor estabelecido no ano anterior, 4 milhões de euros, para a introdução do consumo de veículos de baixas emissões. Os incentivos podem

⁹³ PORTUGAL. Decreto-Lei n.º 42-A, de 12 de agosto de 2016. **Diário da República**, Lisboa, 2016. Disponível em: <https://dre.pt/home/-/dre/75150234/details/maximized>. Acesso em: 9 set. 2021.

⁹⁴ Foi criado um incentivo à introdução e consumo dos veículos elétricos no valor de 2.300.000 (dois milhões e trezentos mil euros), gerido pela Entidade Gestora do Fundo Ambiental, a Secretaria -Geral do Ministério do Ambiente. Cf.: PORTUGAL. Despacho n.º 1.612-B, de 17 de fevereiro de 2017, do Gabinete do Ministério do Ambiente. **Diário da República**, Lisboa, 2017. Disponível em: <https://dre.pt/home/-/dre/106476962/details/maximized>. Acesso em: 13 set. 2021.

⁹⁵ No ano de 2018, o valor global destinado aumentou para e 2.650.000 (dois milhões, seiscentos e cinquenta mil) de euros (PORTUGAL. Despacho n.º 1.607, de 15 de fevereiro de 2018, do Gabinete do Ministério do Ambiente. **Diário da República**, Lisboa, 2018. Disponível em: <https://dre.pt/home/-/dre/114696634/details/maximized>. Acesso em: 13 set. 2021.). Em 2019, O valor global direcionado passou a ser de 3.000.000 (três milhões) de euros Cf.: PORTUGAL. Despacho n.º 2.210, de 5 de março de 2019, do Gabinete do Ministério do Ambiente e Transição Energética. **Diário da República**, Lisboa, 2019. Disponível em: <https://dre.pt/home/-/dre/120525559/details/maximized>. Acesso em: 13 set. 2021.

⁹⁶ PORTUGAL. Despacho n.º 3.169, de 10 de março de 2020, do Gabinete do Ministério do Ambiente e Ação Climática. **Diário da República**, Lisboa, 2020. Disponível em: <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/130070443/details/normal?l=1>. Acesso em: 13 set. 2021.

⁹⁷ PORTUGAL. Despacho n.º 41, de 6 de junho de 2020, da Presidência do Conselho de Ministros. **Diário da República**, Lisboa, 2020. Disponível em: <https://dre.pt/home/-/dre/135391594/details/maximized>. Acesso em: 13 set. 2021.

ser para veículos leves de passageiros 100% elétricos novos; veículos leves de mercadorias 100% elétricos novos; bicicletas de carga, com ou sem assistência elétrica; bicicletas citadinas, motocicletas de duas rodas e ciclomotores elétricos; e bicicletas citadinas convencionais.⁹⁸

Portugal não tem uma frota muito grande de veículos elétricos, mas possui normativas promissoras em relação a estes. O país possui um plano de implementação de veículos elétricos estruturado e, além disso, oferece incentivos financeiros diretos para aquisição.

1.3.3. América Latina

Segundo estudos, a América Latina e o Caribe possuem um grande potencial de desenvolvimento de mobilidade elétrica, principalmente devido às reservas de cobre e de lítio nesses locais – matéria prima para produção dos veículos elétricos e das baterias.⁹⁹ A transição para uma mobilidade elétrica deve ser incentivada pelos Estados, observadas as peculiaridades locais. Dos 33 países da América Latina e Caribe, 27 consideram os transportes como “Um elemento central no cumprimento de suas metas de redução de emissões na primeira edição de suas CND” – Contribuições Nacionalmente Determinadas do Acordo de Paris.¹⁰⁰

“Chile, Peru e Paraguai fizeram progressos no estudo dos regulamentos para estabelecer normas sobre dimensões, domínios e zonas de interoperabilidade.”¹⁰¹ O Chile conta com uma normativa acerca da infraestrutura de carregamento para VE’s (Especificação Técnica RIC n.º 15, de 30 de outubro de 2020 e a Declaração TE-6 para a “Comunicação de energização da infraestrutura para carga de veículos elétricos para recarga de veículos elétricos”). A padronização das infraestruturas de recarga permite o desenvolvimento dos veículos elétricos, já que o indivíduo poderá se locomover e efetuar o carregamento em qualquer lugar. Diante

⁹⁸ PORTUGAL. Despacho n.º 2.535, de 5 de março de 2021, do Ministério do Ambiente e Ação Climática. **Diário da República**, Lisboa, 2021. Disponível em: <https://dre.pt/home/-/dre/158872587/details/maximized>. Acesso em: 13 set. 2021.

⁹⁹ PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Movilidad eléctrica**: Avances em América Latina y el Caribe 2020. 4 ed. PNUMA; Oficina para América Latina y el Caribe: Panamá, 2021. p. 17. Disponível em: <https://movelatam.org/4ta-edicion/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

¹⁰⁰ PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Movilidad eléctrica**: Avances em América Latina y el Caribe 2020. 4 ed. PNUMA; Oficina para América Latina y el Caribe: Panamá, 2021. p. 24. Disponível em: <https://movelatam.org/4ta-edicion/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

¹⁰¹ PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Movilidad eléctrica**: Avances em América Latina y el Caribe 2020. 4 ed. PNUMA; Oficina para América Latina y el Caribe: Panamá, 2021. p. 28. Disponível em: <https://movelatam.org/4ta-edicion/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

disto, são necessários esforços para uma padronização a nível mundial. Já a Argentina está em processo de desenvolvimento de planos e estratégias para a mobilidade elétrica.¹⁰²

1.3.3.1. Argentina

Por meio do Decreto n.º 331/2017, o governo argentino reduziu, por 36 meses, o imposto de importação extra-zona para veículos elétricos, híbridos e movidos a célula de combustível, visando o desenvolvimento da indústria local. No entanto, limitou a quantidade de veículos importados nesses termos a 6 mil unidades.¹⁰³ Posteriormente, a validade desse decreto foi prorrogada pelo Decreto n.º 846/2020, regulamentado pela resolução n.º 355/2020 da Secretaria da Indústria, Economia do Conhecimento e Gestão Comercial Externa do Ministério do Desenvolvimento Produtivo – posteriormente revogada pela Resolução n.º 610/2021 do mesmo órgão.¹⁰⁴

Em 2021, o Decreto n.º 617 reestabeleceu a validade da redução prevista no Decreto n.º 331/2017 pelo prazo de 18 meses, limitado tal benefício a 4.500 unidades.¹⁰⁵ Ainda, em 2021, o Ministro do Desenvolvimento Produtivo, em conjunto com outros atores, tais como o Presidente da República Argentina e o Presidente da Toyota, apresentaram o Projeto de Lei para a Promoção da Mobilidade Sustentável.

Este projeto visa “A transformação e implantação de novos terminais, tanto para veículos quanto para micro mobilidade sustentável, de fabricantes de peças e peças (motores elétricos, baterias, etc.), softwares, postos de recarga, entre outros” e, portanto, abarca medidas desde a extração de lítio, utilizado nas baterias de veículos elétricos, até o processo de produção

¹⁰² PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Movilidad eléctrica**: Avances em América Latina y el Caribe 2020. 4 ed. PNUMA; Oficina para América Latina y el Caribe: Panamá, 2021. p. 27. Disponível em: <https://movelatam.org/4ta-edicion/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

¹⁰³ ARGENTINA. Decreto n.º 331, de 11 de maio de 2017. **Diário Oficial**, Buenos Aires, 2017. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-331-2017-274610/actualizacion>. Acesso em: 20 de nov. 2021.

¹⁰⁴ ARGENTINA. Resolução n.º 610, de 27 de setembro de 2021 da Secretaria da Indústria, Economia do Conhecimento e Gestão Comercial Externa do Ministério do Desenvolvimento Produtivo. **Diário Oficial**, Buenos Aires, 2021. Disponível em: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/250145/20210928>. Acesso em: 20 nov. 2021.

¹⁰⁵ ARGENTINA. Decreto n.º 617, de 9 de outubro de 2021. **Diário Oficial**, Buenos Aires, 2021. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-617-2021-354040/texto>. Acesso em: 20 de nov. 2021.

e comercialização.¹⁰⁶ Registra-se que a Argentina possui a terceira maior reserva de lítio no mundo.¹⁰⁷

Observa-se que a Argentina aborda os veículos elétricos em sua legislação como uma alternativa para o desenvolvimento sustentável e vem buscando parcerias para o desenvolvimento deste setor. A intenção de desenvolvimento do setor de veículos elétricos é nítida ao se examinar o projeto proposto, intitulado “*Promoción de la Movilidad Sustentable*” – Promoção da Mobilidade Sustentável. No referido projeto, consta que a partir de 2041 não será mais permitida a comercialização de veículos novos movidos à combustão interna.¹⁰⁸

1.3.3.2. Brasil

Atualmente, a frota de veículos no Brasil é preponderantemente movida a combustíveis fósseis, muito embora a matriz energética brasileira possua uma grande participação de fontes renováveis de energia. Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética, no ano de 2019, a matriz energética do Brasil¹⁰⁹ contava com a participação de 46% de fontes renováveis.¹¹⁰ Vale ressaltar que a maior fonte de energia consumida no Brasil é hidráulica, 34,4% em 2019, seguida do petróleo e seus derivados, 25%.¹¹¹ O setor de transportes foi responsável pelo maior consumo de energia em 2019, 34,6%.¹¹²

¹⁰⁶ GOVERNO ARGENTINO. **Foi apresentado o Projeto de Lei de Promoção da Mobilidade Sustentável**. 2021. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/se-presento-el-proyecto-de-ley-de-promocion-de-la-movilidad-sustentable>. Acesso em: 20 de nov. 2021.

¹⁰⁷ ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Mobilidade Elétrica: avanços na América Latina e no Caribe**. 4ª ed. MOVE, 2020. Disponível em: <https://movelatam.org/download/11-el-litio-en-argentina/>. Acesso em: 20 nov. 2021.

¹⁰⁸ GOVERNO ARGENTINO. **Lei de Promoção da Mobilidade Sustentável**: um projeto que busca transformar a indústria automotiva e liderar a mudança para o uso de energias renováveis. 2021. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/ley-de-promocion-de-la-movilidad-sustentable-un-proyecto-que-busca-transformar-la-industria>. Acesso em: 15 jan. 2021.

¹⁰⁹ Os termos matrizes energéticas e matriz elétrica trazem conceitos distintos, “matriz energética representa o conjunto de fontes de energia disponíveis”, enquanto “matriz elétrica é formada pelo conjunto de fontes disponíveis apenas para a geração de energia elétrica”. Cf.: EMPRESA de Pesquisa Energética. **Matriz Energética e Elétrica**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 4 jan. 2021.

¹¹⁰ EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Atlas da eficiência energética**. 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-da-eficiencia-energetica-brasil-2020>. Acesso em: 18 nov. 2021. p. 11.

¹¹¹ EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Atlas da eficiência energética**. 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-da-eficiencia-energetica-brasil-2020>. Acesso em: 18 nov. 2021. p. 12.

¹¹² EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Atlas da eficiência energética**. 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-da-eficiencia-energetica-brasil-2020>. Acesso em: 18 nov. 2021. p. 13.

Em 2019, no setor de transportes, o consumo de energia adveio, em primeiro lugar, do diesel, seguido da gasolina e do etanol.¹¹³ As principais fontes de energia nesse setor possuem emissões de escape decorrentes dos motores à combustão interna, os quais emitem poluentes atmosféricos, entre eles aldeídos, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, hidrocarbonetos, monóxido de carbono, ozônio, além de material particulado e poluentes climáticos de vida curta.¹¹⁴

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da resolução n.º 415/2019, dispõe do “Controle de poluição do ar por veículos automotores leves”.¹¹⁵ No artigo 1º da referida resolução constam os limites máximos para os veículos automotores leves de passageiros novos. No ano de 2020, em relação ao ano de 2019, as emissões de gases causadores de efeito estufa diminuíram 5,6%. No entanto, o transporte é o responsável pelas maiores emissões de gases causadores de efeito estufa no setor de energia, valor que, em 2020, foi de 185,4 milhões de toneladas.¹¹⁶

Com o aumento da frota de automóveis no Brasil, que cresceu consideravelmente desde o início do século XXI, os veículos elétricos passaram a ser uma alternativa para diminuir as emissões de gases causadores de efeito estufa. No entanto, ainda é ínfima a participação dos veículos elétricos no Brasil, sendo que a maioria dos veículos leves possuem motores Flex Fuel (73,9%), com a gasolina em segundo lugar (19%). Os veículos híbridos e elétricos representam 0,1% da frota de veículos leves no Brasil.¹¹⁷

¹¹³ EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Atlas da eficiência energética**. 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-da-eficiencia-energetica-brasil-2020>. Acesso em: 18 nov. 2021. p. 68.

¹¹⁴ BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Poluentes atmosféricos**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos.html>. Acesso em: 3 dez. 2021.

¹¹⁵ BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.º 415, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 24 de setembro de 2009. **Diário Oficial**. Brasília, 2009. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema>. Acesso em: 3 dez. 2021.

¹¹⁶ OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil (1970-2020)**. 2021. p. 22. Disponível em: [https://energiaambiente.org.br/produto/analise-das-emissoes-brasileiras-de-gases-de-efeito-estufa-e-suas-implicacoes-para-as-metas-climaticas-do-brasil-1970-2020#:~:text=Emiss%C3%B5es%20brasileiras%20no%20ano%20da%20pandemia&text=Foi%20de%209%2C5%25%20o,estufa%20no%20Brasil%20em%202020.&text=Veja%20detalhes%20no%20relat%C3%B3rio%20do,Observat%C3%B3rio%20do%20Clima%20\(OC\)](https://energiaambiente.org.br/produto/analise-das-emissoes-brasileiras-de-gases-de-efeito-estufa-e-suas-implicacoes-para-as-metas-climaticas-do-brasil-1970-2020#:~:text=Emiss%C3%B5es%20brasileiras%20no%20ano%20da%20pandemia&text=Foi%20de%209%2C5%25%20o,estufa%20no%20Brasil%20em%202020.&text=Veja%20detalhes%20no%20relat%C3%B3rio%20do,Observat%C3%B3rio%20do%20Clima%20(OC)). Acesso em: 6 dez. 2021.

¹¹⁷ EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Atlas da eficiência energética**. 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-da-eficiencia-energetica-brasil-2020>. Acesso em: 18 nov. 2021. p. 71.

Vem sendo discutida no Brasil uma tecnologia de veículos híbridos a etanol.¹¹⁸ Neste caso, o etanol não é utilizado para queima, mas para a produção de hidrogênio que, posteriormente, gerará a energia elétrica.¹¹⁹

A ideia envolve um sistema que transforma o etanol em hidrogênio para alimentar a bateria elétrica. Assim, esses veículos não teriam a necessidade de serem carregados na tomada e teriam a vantagem de ter uma pegada de carbono menor do que a dos veículos somente elétricos, desde a fabricação até o descarte, o que seria de extrema relevância no atual momento em que a preocupação com o meio ambiente é uma das prioridades exigidas pelo mercado.¹²⁰

Diante disso, em 2021, foi realizado o evento “Híbrido Etanol: O Motor do Futuro”, na cidade de Araraquara, objetivando discutir a nova opção de fonte de energia, com a participação de pesquisadores e empresários, como é o caso do Pablo Di Si, Presidente e CEO (Diretor Executivo) da Volkswagen Região da América do Sul, América Central e Caribe, Alessandro Pansanato Rizzato, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), e Rafael Chang, presidente da Toyota do Brasil.¹²¹

A tecnologia relacionada à produção do etanol vem sendo desenvolvida a décadas como alternativa para a utilização de derivados do petróleo.¹²² Agora, existe a expectativa de utilização da tecnologia sem que haja emissões de escape durante o uso dos veículos, no caso, elétricos. No entanto, trata-se de um projeto incipiente que necessita de mais estudos e avaliação do seu potencial impacto ambiental, visto que uma maior utilização do etanol implicaria no aumento da produção deste combustível. Neste sentido, vale ressaltar que, em alguns lugares do Brasil, são feitas queimadas na colheita da cana-de-açúcar, a utilização de agrotóxicos e fertilizantes, além da questão da poluição do solo e da água pelos resíduos efluentes do processo.¹²³

¹¹⁸ INFOMONEY. **A Volks terá carros elétricos e híbridos a etanol.** 2021. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/negocios/a-volks-tera-carros-eletricos-e-hibridos-a-etanol/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

¹¹⁹ ARARAQUARA. **Híbrido Etanol: Sistema pode tornar Brasil protagonista no combustível sustentável.** 2021. Disponível em: <http://www.araraquara.sp.gov.br/noticias/2021/setembro/23/hibrido-etanol-sistema-pode-tornar-brasil-protagonista-no-combustivel-sustentavel>. Acesso em: 15 jan. 2021.

¹²⁰ O MOTOR DO FUTURO. **O Evento.** Disponível em: <http://www.motordofuturo.com.br/oevento/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

¹²¹ O MOTOR DO FUTURO. **Participantes.** Disponível em: <http://www.motordofuturo.com.br/participantes/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

¹²² A tecnologia da produção de etanol foi estimulada pelo governo brasileiro por meio do pelo decreto n.º 76.593/1975 que criou o Programa Nacional do Alcool.

¹²³ PUGLIESE, Lilian; LAURENCETTI, Carolina; RIBEIRO, Maria Lúcia. Impactos ambientais na produção do etanol brasileiro: uma breve discussão do campo à indústria. **Revista brasileira multidisciplinar**, v. 20, n. 1, p. 143-165, jul. 2017. Disponível em: <https://www.revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/472>. Acesso em: 15 jan. 2021.

1.4. NORMAS E INCENTIVOS AOS VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL

O Brasil, gradativamente, instituiu normas acerca de mobilidade urbana, especialmente após a Constituição Federal de 1988. No seu corpo, traz disposições acerca das competências de cada ente federativo e prevê a elaboração do plano diretor municipal como instrumento da Política Pública de Desenvolvimento Urbano (artigo 182, da Constituição Federal). Essa função de planejamento estatal é prevista no artigo 174 da Constituição Federal.

As leis de natureza orçamentárias são instrumentos do planejamento de ação governamental. Com isso, os mecanismos de concretização das políticas públicas relacionados à mobilidade urbana devem também estar previstos, por exemplo, no plano plurianual, das leis de diretrizes orçamentárias e da lei orçamentária anual.¹²⁴ Porém, o fato de estarem presentes, por si só, não significa que os investimentos ali previstos são de fato concretizados. No Brasil, conforme assinalado por José Mauricio Conti, existe uma “cultura do desprezo” pelo planejamento. Tal fato é um dos principais óbices à sua concretização.¹²⁵

Na esfera infraconstitucional, são aplicáveis o Código de Trânsito Brasileiro (Lei Federal n.º 9.503/1997), o Estatuto da Cidade (Lei Federal n.º 10.257/2001) e a Lei da Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei Federal n.º 12.587/2012), que são consideradas as mais importantes.

A Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei Federal n.º 12.587/2012) é um instrumento do desenvolvimento urbano e visa “A integração entre os diferentes modos de transporte e a melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas no território do Município”.¹²⁶ Além disso, estabeleceu, como princípio, entre outros “desenvolvimentos sustentáveis” e, como diretriz, o “Incentivo ao desenvolvimento científico-tecnológico e ao uso de energias renováveis e menos poluentes”.¹²⁷

Com o advento da referida lei, o número de municípios obrigados a elaborar um plano de transporte urbano integrado foi ampliado, já que ela instituiu a obrigatoriedade de elaboração e aprovação de Planos de Mobilidade Urbana em municípios “Com mais de 20 mil habitantes”;

¹²⁴ CONTI, José Mauricio. **O planejamento orçamentário da administração pública no Brasil**. 1 ed. São Paulo: Blucher Open Access, 2020. E-book.

¹²⁵ CONTI, José Mauricio. **O planejamento orçamentário da administração pública no Brasil**. 1 ed. São Paulo: Blucher Open Access, 2020. E-book.

¹²⁶ BRASIL. Lei Federal n.º 12.587, de 3 de janeiro de 2012. **Diário Oficial**, Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm. Acesso em: 22 set. 2021.

¹²⁷ BRASIL. Lei Federal n.º 12.587, de 3 de janeiro de 2012. **Diário Oficial**. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm. Acesso em: 22 set. 2021.

“Integrantes de regiões metropolitanas, regiões integradas de desenvolvimento econômico e aglomerações urbanas com população total superior a 1 milhão de habitantes” e; “Integrantes de áreas de interesse turístico, incluídas cidades litorâneas”.¹²⁸ Após diversas alterações nos prazos de elaboração dos Planos de Mobilidade Urbana, o §4º, do artigo 24, estabelece prazos diferenciados para municípios até 250 mil habitantes e acima de 250 mil habitantes, 12 de abril de 2022 e 12 de abril de 2023, respectivamente.¹²⁹

Cada vez mais os veículos elétricos vêm adentrando o cotidiano dos brasileiros, ainda que de forma lenta, por meio dos carros elétricos ou até mesmo veículos menores, como as bicicletas elétricas. Trata-se de uma tendência irrefreável de descarbonização da mobilidade urbana. Contudo, nenhuma das referidas normas federais trazem disposições específicas acerca dos veículos elétricos. Além disso, há morosidade do legislativo em regulamentar a matéria, muito embora haja projetos de lei sobre o tema.

O aumento dos veículos elétricos no Brasil está em concordância com as Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas decorrentes do Acordo de Paris, na qual comprometeu-se a diminuir 43% das emissões de gases de efeito estufa, em relação ao ano de 2005, até 2030.¹³⁰ No entanto, nota-se problemas relacionados a implementação de uma política pública específica de incentivo ao uso desse modo de transporte no Brasil. Entre as alterações legislativas dos últimos anos que tiveram, mesmo que minimamente, o condão de influenciar o mercado de veículos elétricos no Brasil, cita-se o Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores (INOVAR-AUTO) e o programa “ROTA 2030 – Mobilidade e Logística”.

Por meio da Lei n.º 12.715/2012, foi criado o programa “INOVAR-AUTO”, vigente até 31 de dezembro de 2017. Entre outros objetivos do programa, eram previstos o desenvolvimento tecnológico e a proteção do meio ambiente por meio de incentivos no cálculo do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), inclusive suspendendo o IPI incidente no desembaraço aduaneiro de veículos importados para as empresas que “Tenham projeto

¹²⁸ BRASIL. Lei Federal n.º 12.587, de 3 de janeiro de 2012. **Diário Oficial**, Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm. Acesso em: 22 set. 2021.

¹²⁹ BRASIL. Lei Federal n.º 12.587, de 3 de janeiro de 2012. **Diário Oficial**, Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm. Acesso em: 22 set. 2021.

¹³⁰ BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Apresentação da Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil perante o Acordo de Paris**. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/mre/pt-br/canais_atendimento/imprensa/notas-a-imprensa/2020/apresentacao-da-contribuicao-nacionalmente-determinada-do-brasil-perante-o-acordo-de-paris. Acesso em: 22 set. 2021.

aprovado para instalação de fábrica ou no Brasil” ou quando já instaladas, “Tenham projetos de novas plantas ou projetos industriais para produção de novos modelos desses produtos”.¹³¹

Posteriormente, em 2018, através da Lei Federal n.º 13.755/2018, foi criado o programa “ROTA 2030 – Mobilidade e Logística”, por meio do qual são estabelecidos requisitos de “rotulagem veicular”, “eficiência energética veicular” e de “desempenho estrutural associado a tecnologias assistivas à direção” para comercialização de novos nacionais e importados. Os veículos que atenderem a tais padrões podem ter suas alíquotas de IPI reduzidas. A referida lei dispõe de um tratamento diferenciado para “Veículos híbridos equipados com motor que utilize, alternativa ou simultaneamente, gasolina e álcool (*flexible fuel engine*)”.¹³² No entanto, não estabelece tratamento diferenciado para os demais modelos de veículos elétricos.

Em nível estadual, a Lei n.º 16.810/2020 do estado de Pernambuco, vedou a entrada de veículos a combustão, a partir de 10 de agosto de 2022, em Fernando de Noronha e, a partir de 10 de agosto de 2030, ficará vedada a permanência de veículos a combustão no referido distrito estadual.¹³³ Existem projetos de lei nesse mesmo viés a nível federal, como é o caso do Projeto de Lei n.º 304/2017 e o Projeto de Lei n.º 454/2017. O Projeto de Lei n.º 304/2017, elaborado pelo senador Ciro Nogueira, busca instituir uma política de substituição dos automóveis movidos a combustíveis fósseis e vedar a circulação desses automóveis a partir de 1 de janeiro de 2030, exceto aqueles abastecidos exclusivamente com biocombustíveis (proposta de inserção do artigo 339-A e 339-B no Código de Trânsito Brasileiro).

O Projeto de Lei n.º 454/2017, de autoria do Senador Telmário Mota, dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e veda a comercialização e a circulação de automóveis movidos a combustíveis fósseis, exceto aqueles abastecidos exclusivamente com biocombustíveis, a partir de 1º de janeiro de 2060, por meio da inserção do artigo 16-A na Lei n.º 8.723/1993, que “Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores”.¹³⁴ Para tanto, o referido projeto de lei estabelece prazos de transição:

§ 2º A cota de participação de veículos de tração automotora por motor a combustão no total de vendas, excluídos os referidos no

¹³¹ BRASIL. Lei Federal n.º 12.715, de 17 de setembro de 2012. **Diário Oficial**, Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112715.htm. Acesso em: 22 set. 2021.

¹³² BRASIL. Lei Federal n.º 13.755, 10 de dezembro de 2018. **Diário Oficial**, Brasília, 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13755.htm. Acesso em: 22 set. 2021.

¹³³ PERNANBUCO. Lei Estadual n.º 16.810, de 7 de janeiro de 2020. **Diário Oficial**, 2020. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=48650&tipo=>. Acesso em: 25 nov. 2021.

¹³⁴ BRASIL. Lei Federal n.º 8.723, de 28 de outubro de 1993. **Diário Oficial**, Brasília, 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18723.htm. Acesso em: 22 set. 2021.

- § 1º, deverá ser de, no máximo:
I - 90% a partir de 1º de janeiro de 2030;
II - 70% a partir de 1º de janeiro de 2040;
III - 10% a partir de 1º de janeiro de 2050.¹³⁵

Para além de leis que proibam a circulação de veículos elétricos a combustão interna, são necessárias políticas públicas de incentivo a utilização dos veículos elétricos. Magno Federici Gomes e Nathan Gomes Pereira do Nascimento afirmam que, no Brasil, “As políticas já adotadas não tornam menos onerosa a compra dos VEs [veículos elétricos] no patamar necessário para popularização de sua circulação”.¹³⁶ Nesse viés, é possível citar o programa da Itaipu Binacional, iniciado em parceria com a KWO – Kraftwerke Oberhasli AG. O projeto continuou com outros parceiros, como a Fiat, Renault e BMW. As baterias utilizadas nos carros elétricos são totalmente recicláveis.¹³⁷

As políticas públicas visando incentivar o consumo e utilização de veículos elétricos no Brasil podem se dar de diversos modos, tais como: “Gratuidade nos estacionamentos públicos, usos de faixas exclusivas, isenção de pedágios e de taxas de circulação”,¹³⁸ e isenção de IPVA (Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores) por parte dos Estados, entre outras. Como exemplo, o Município de São José dos Campos, por meio da Lei n.º 9.684/2018, autorizou incentivos para o uso de carros elétricos e híbridos, e estabeleceu metas de quantidade de veículos elétricos para a Guarda Municipal e o transporte coletivo até 2025 – 10% e 5%, respectivamente.¹³⁹

A Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE), em seu *website*, “Defende a redução de IPVA (Imposto sobre Veículos Automotores)” para os veículos elétricos.¹⁴⁰ No estado do Paraná, por meio da Lei Estadual n.º 14.260/2019, foi alterada a Lei Estadual n.º

¹³⁵ BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei n.º 454/2017**. Altera a Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/131656>. Acesso em: 22 set. 2021.

¹³⁶ GOMES, Magno Federici; NASCIMENTO, Nathan Gomes Pereira do. Regulação e consumo de automóveis elétricos sustentáveis no Brasil. **Revista de Direito do Consumidor**, São Paulo, v.122, p. 245-373, mar./abr. 2019. Disponível em: <http://www.revistadoatribunais.com.br>. Acesso em: 22 set. 2021.

¹³⁷ ITAIPU BINACIONAL. **Veículos elétricos**. Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br/tecnologia/veiculos-eletricos>. Acesso em: 2 out. 2021.

¹³⁸ SILVA, Marcelo Henrique Carvalho e. **Estado da arte da utilização de baterias em veículos elétricos**. 2019. vi, 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. p. 33. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/ri/handle/riufc/49963>. Acesso em: 22 set. 2021

¹³⁹ SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Lei Municipal n.º 9.684, de 28 de março de 2018. **Diário Oficial**, São José dos Campos. Disponível em: <https://servicos.sjc.sp.gov.br/governo/boletim/boletimPDF/20180423081712b1e01fdb-3ba6-4051-a900-56889064fa46.pdf>. Acesso em: 17 de nov. 2021.

¹⁴⁰ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. **2020: o melhor ano da eletromobilidade no Brasil**. 15 jan. 2021. Disponível em: <http://www.abve.org.br/2020-o-melhor-ano-da-eletromobilidade-no-brasil/>. Acesso em: 22 set. 2021.

14.260/2003, acrescentando o inciso XIII ao artigo 14, com a finalidade de isentar o pagamento de IPVA daqueles “Equipados unicamente com motor elétrico para propulsão, até 31 de dezembro de 2022”.¹⁴¹ Outros estados da Federação também possuem dispositivos semelhantes, podendo ser citados o Ceará,¹⁴² Rio Grande do Sul,¹⁴³ Rio Grande do Norte,¹⁴⁴ Rio de Janeiro¹⁴⁵ e Pernambuco.¹⁴⁶

Diante do crescimento na adesão dos veículos elétricos pelo mundo sob o manto de que seriam mais sustentáveis que os veículos convencionais, no próximo tópico será abordado o que é sustentabilidade, com o intuito de verificar se esse conceito pode ser aplicado aos veículos elétricos. Concomitantemente, será abordado o tema da sustentabilidade na sociedade de risco moderna.

¹⁴¹ PARANÁ. Lei Estadual n.º 19.971, de 22 de outubro de 2019. **Diário Oficial**, Curitiba, 2019. Disponível em: <https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=227897&indice=1&totalRegistros=1&dt=16.0.2021.17.25.54.390>. Acesso em: 22 set. 2021.

¹⁴² CEARÁ. Lei Estadual n.º 12.023, de 20 de novembro de 1992. **Diário Oficial**, Fortaleza, 1992. Disponível em: <https://www.al.ce.gov.br/legislativo/tramitando/lei/12023.htm>. Acesso em: 22 set. 2021.

¹⁴³ RIO GRANDE DO SUL. Lei Estadual n.º 8.115, de 30 de dezembro de 1985. **Diário Oficial**, Porto Alegre, 1985. Disponível em: <http://www.legislacao.sefaz.rs.gov.br/Site/Document.aspx?inpKey=109693&inpCodDispositivo=&inpDsKeywords=>. Acesso em: 22 set. 2021.

¹⁴⁴ RIO GRANDE DO NORTE. Lei Estadual n.º 6.967, de 30 de dezembro de 1996. **Diário Oficial**, Natal, 1996. Disponível em: http://www.set.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/set_v2/legislacao/enviados/listagem_filtro.asp?assunto=5&assuntoEsp=9. Acesso em: 22 set. 2021.

¹⁴⁵ RIO DE JANEIRO. Lei Estadual n.º 2.877, de 22 de dezembro de 1997. **Diário Oficial**, Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/b24a2da5a077847c032564f4005d4bf2/fa1a422b516211130325657a0064293f?OpenDocument>. Acesso em: 22 set. 2021.

¹⁴⁶ PERNAMBUCO. Lei Estadual n.º 10.849, de 28 de dezembro de 1992. **Diário Oficial**, Recife, 1992. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=1&numero=10849&complemento=0&ano=1992&tipo=&url=>. Acesso em: 22 set. 2021.

2. SUSTENTABILIDADE DOS CARROS ELÉTRICOS

2.1. DESENVOLVIMENTO, SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A análise da sustentabilidade nos ramos da vida perpassa diversas áreas do conhecimento. É um tema que, desde o século passado, vem adentrando as pautas de tratados internacionais e normativas nacionais. A ampliação de discussões relacionadas a este assunto decorre de uma mudança de perspectiva, principalmente relacionada ao meio ambiente que, por muitos anos, foi visto apenas como gerador de matéria prima. A temática da sustentabilidade se entrelaça ao desenvolvimento e, frequentemente, são abordados conjuntamente sob o binômio desenvolvimento sustentável.

Primeiramente, serão conceituados os termos desenvolvimento, desenvolvimento sustentável e sustentabilidade, visando diferenciá-los. No ato subsequente, será abordado a temática da sustentabilidade na sociedade de risco, relacionando-a com o objeto da presente pesquisa, os veículos elétricos.

2.1.1. Desenvolvimento

A visão de desenvolvimento, atrelada à aspectos econômicos, vigorou por muito tempo. Entendia-se que, primeiro seria necessário crescer economicamente e, somente depois, haveria a distribuição desse crescimento, como se o problema fosse meramente econômico.¹⁴⁷ Existem várias concepções de desenvolvimento, não existindo unanimidade para sua definição.

Amartya Sen vê o desenvolvimento como “Um processo de expansão das liberdades reais que as pessoas desfrutam”, sendo analisado os aspectos econômicos, sociais e políticos.¹⁴⁸ É uma visão diferente de outras que associam o desenvolvimento com a o Produto Interno Bruto ou com inovações tecnológicas. José Eli da Veiga mostra-se adepto da ideia de Amartya Sen sobre desenvolvimento. Segundo ele, “O desenvolvimento tem a ver, primeiro e acima de tudo, com a possibilidade de as pessoas viverem o tipo de vida que escolherem, e com a provisão dos

¹⁴⁷ VEIGA, José Eli da. **Para entender o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora 34, 2015. p. 72-73.

¹⁴⁸ SEN, Amartya. **Desenvolvimento como Liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010. p. 23.

instrumentos e das oportunidades para fazerem suas escolhas.”¹⁴⁹ No entanto, frequentemente, este termo é associado, de forma reducionista, ao crescimento econômico.

Vale ressaltar que, para a redução das desigualdades econômicas, a renda é importante, mas também devem ser diminuídas outras desigualdades, como a de acesso à educação e o acesso à saúde. Estas podem se mostrar tão importantes quanto a questão econômica para a qualidade de vida.¹⁵⁰ Na visão de Sen, o aumento da liberdade individual serve para averiguar se houve o desenvolvimento, mas também influencia outros ramos da vida.¹⁵¹

Na abordagem de Sen, o desenvolvimento se dá por meio do processo amigável com a expansão das liberdades individuais. As liberdades individuais podem ser vistas de forma constitutiva ou instrumental. A visão constitutiva considera as liberdades individuais como parte do desenvolvimento, enquanto a instrumental, como meio para se alcançar o desenvolvimento.¹⁵² Em suma, o desenvolvimento amplia a liberdade humana em geral para que, assim, o indivíduo possa escolher ser o que quiser. Essa liberdade gera desenvolvimento – a liberdade é o meio e o fim do desenvolvimento.¹⁵³

Para se alcançar a liberdade, fim do desenvolvimento, não existe um meio específico. São necessários esforços em diversas áreas da vida, como saúde, educação, lazer e renda. Diante da diversidade de elementos que compõem o desenvolvimento, não é possível que seja dada importância apenas a um deles, qual seja, o crescimento econômico. Como o desenvolvimento não se reduz apenas aos aspectos econômicos, a solução para se alcançar o desenvolvimento também não.

Reconhecidamente, os mercados são importantes para a liberdade dos indivíduos, mas é preciso analisar as consequências da liberdade de transacionar, de forma que não haja uma perda social e de capital.¹⁵⁴ Para tanto, “A discussão pública crítica é um requisito inescapavelmente importante da boa política pública”¹⁵⁵ que vise restringir ou incentivar o funcionamento dos mercados.¹⁵⁶ Diante do exposto, é necessário buscar não só o desenvolvimento, mas um desenvolvimento sustentável.

¹⁴⁹ VEIGA, José Eli da. **Para entender o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora 34, 2015. p. 55.

¹⁵⁰ VEIGA, José Eli da. **Para entender o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora 34, 2015. p. 76-77.

¹⁵¹ SEN, Amartya. **Desenvolvimento como Liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010. p. 55-17.

¹⁵² SEN, Amartya. **Desenvolvimento como Liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010. p. 55-57.

¹⁵³ SEN, Amartya. **Desenvolvimento como Liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010. p. 17-25.

¹⁵⁴ SEN, Amartya. **Desenvolvimento como Liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010. p. 165-167.

¹⁵⁵ SEN, Amartya. **Desenvolvimento como Liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010. p. 165.

¹⁵⁶ SEN, Amartya. **Desenvolvimento como Liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010. p. 168.

2.1.2. Desenvolvimento Sustentável

A inserção do meio ambiente na economia, primeiro, foi abordada pelo termo “ecodesenvolvimento”. Com o Relatório de Brundtland, essa estratégia política passou a ser denominada de “desenvolvimento sustentável”.¹⁵⁷ É preciso lembrar que foi neste relatório que este termo apareceu pela primeira vez em texto.¹⁵⁸ A definição de desenvolvimento sustentável disposta no Relatório de Brundtland é considerada um grande avanço para a época. Ela aponta, no referido relatório, que desenvolvimento sustentável é “Aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades”.¹⁵⁹ Contudo, atualmente tal definição encontra-se ultrapassada, necessitando de algumas atualizações. A ideia de desenvolvimento sustentável acima transcrita, embora seja inovadora, deve ser analisada de forma cuidadosa para não reduzir o desenvolvimento sustentável apenas ao atendimento das necessidades básicas humanas. O termo necessidade deve ser interpretado de forma ampla, incluindo todos os aspectos da vida humana que são fundamentais para o desenvolvimento humano.

Segundo o modelo-padrão de sustentabilidade utilizado, para que o desenvolvimento continue sendo possível, este precisa ser sustentável em suas três vertentes – econômico, social e ambiental –, ou seja, “Para ser sustentável, o desenvolvimento deve ser economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente correto.”¹⁶⁰ Como já abordado alhures, critica-se que o conceito de desenvolvimento frequentemente esteja associado ao Produto Interno Bruto (PIB) dos países – rentabilidade.

Sob esse prisma de desenvolvimento, estudiosos afirmam que o desenvolvimento e o adjetivo sustentável são palavras com conceitos contraditórios.¹⁶¹ Para Juarez Freitas, não há contradição em se dizer desenvolvimento sustentável, visto que desenvolvimento não é sinônimo de crescimento econômico, nem pode ser auferido com base apenas no Produto

¹⁵⁷ LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 11 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015. p. 18-19.

¹⁵⁸ BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: O que é – O que não é**. 5 ed., revisada e ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016. p. 36

¹⁵⁹ COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Relatório de Brundtland “Nosso futuro comum”**. Disponível em: <https://www.inbs.com.br/ead/Arquivos%20Cursos/SANeMeT/RELAT%23U00d3RIO%20BRUNDTLAND%20%23U201cNOSSO%20FUTURO%20COMUM%23U201d.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2021.

¹⁶⁰ BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: O que é – O que não é**. 5 ed., revisada e ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016. p. 46-51.

¹⁶¹ BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: O que é – O que não é**. 5 ed., revisada e ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016. p. 46-49.

Interno Bruto.¹⁶² Entretanto, existem várias concepções de desenvolvimento, não havendo unanimidade para sua definição, embora este termo seja associado frequentemente ao crescimento econômico de forma reducionista. Ressalte-se que o termo sustentabilidade, posteriormente abordado, também não possui unanimidade em sua definição e passou a ser discutido, principalmente, após a adoção do termo “desenvolvimento sustentável” pelo relatório de Brundtland. Muitas vezes, este é utilizado como sinônimo de sustentabilidade.

O desenvolvimento sustentável analisado sob a égide do tripé ambiental, econômico e social, é ausente de elementos humanos e éticos.¹⁶³ Diante disso, alguns autores passaram a inserir outras dimensões, complementando-o. José Eli da Veiga salienta que, ao abordar o desenvolvimento como sendo composto por três pilares (econômico, social e ambiental), além de reduzir um termo tão complexo a apenas três elementos, “Criou-se o subterfúgio de se atribuir à sustentabilidade apenas um dos componentes de uma “nova santíssima trindade””.¹⁶⁴ Neste caso, a sustentabilidade estaria inserida apenas no viés ambiental.

Leonardo Boff inseriu como elemento o “cuidado essencial” ao desenvolvimento sustentável.¹⁶⁵ Para ele, “Sustentabilidade é um modo de ser e de viver que exige alinhar as práticas humanas às potencialidades limitadas de cada bioma e às necessidades das presentes e das futuras gerações”, que deve ser buscada em todos os níveis (local, regional, nacional e global).¹⁶⁶ Acrescenta-se a isto que o modelo-padrão de desenvolvimento sustentável no sistema capitalista frequentemente utilizado é vazio e retórico.¹⁶⁷

Além das dimensões ambiental, econômica e social, Juarez Freitas propõe um conceito multidimensional com o acréscimo das dimensões ética e jurídico-política ao conceito de desenvolvimento sustentável.¹⁶⁸ A dimensão social da sustentabilidade atrela-se à igualdade, não admitindo que o desenvolvimento seja excludente. A ética decorre do “Dever natural de agir, na medida do possível, de modo benfazejo para todos os seres, não apenas deixando de lhes impor sofrimento”.¹⁶⁹ Pode ser dito que a dimensão ética impõe um dever de cuidado

¹⁶² FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 45.

¹⁶³ BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: O que é – O que não é**. 5 ed., revisada e ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016. p. 51.

¹⁶⁴ VEIGA, José Eli da. **Para entender o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora 34, 2015. p. 20-22.

¹⁶⁵ BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: O que é – O que não é**. 5 ed., revisada e ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016. p. 54.

¹⁶⁶ BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: O que é – O que não é**. 5 ed., revisada e ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016. p. 17.

¹⁶⁷ BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: O que é – O que não é**. 5 ed., revisada e ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016. p. 51.

¹⁶⁸ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 64.

¹⁶⁹ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 69.

daqueles que possuem consciência em relação aos demais elementos do ecossistema, sempre enfatizando que se trata de um cuidado com as presentes e futuras gerações.

A dimensão ambiental evoca o direito ao meio ambiente limpo, previsto constitucionalmente no artigo 225. A tomada de decisão nas esferas da vida deve ser pautada pela cautela e orientada cientificamente para que, de fato, haja a proteção do meio ambiente.¹⁷⁰ Em seu viés ambiental, impõe a responsabilidade a todos pelo ciclo de vida¹⁷¹ dos produtos, visando garantir o meio ambiente ecologicamente equilibrado.¹⁷² Desse modo, ao se analisar os veículos elétricos, não se pode olvidar seu processo de produção, bem como a disposição final ambientalmente adequada.

A economia como dimensão pode auxiliar para que os indivíduos tomem decisões ambientalmente mais adequadas, “Reorientando o comportamento humano” com oportunidades e inovações.¹⁷³ Analisados os custos e benefícios dos veículos elétricos, atualmente, temos a oportunidade de expandir este mercado por meio de incentivos diretos e indiretos.

Por fim, a dimensão jurídico política impõe que, independentemente de regulamentação, o desenvolvimento previsto na Constituição da República Brasileira deve ser sustentável. A constituição prescreve, portanto, um “Desenvolvimento continuado, durável, socialmente redutor de iniquidades estruturais, endereçado para presentes e futuras gerações, sem o endosso do crescimento econômico irracional, discriminatório, cruel e mefistofélico”.¹⁷⁴ Desta previsão decorre o princípio da sustentabilidade, este tem eficácia direta decorrente da hermenêutica dos mandamentos constitucionais, notadamente o artigo 3º, artigo 170, inciso VI e artigo 225.¹⁷⁵ Diante disto, levanta-se o questionamento do que é sustentabilidade e qual sua relação com o desenvolvimento sustentável.

¹⁷⁰ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 72.

¹⁷¹ Segundo a Lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, lei n.º 12.305/2010, ciclo de vida do produto é a “série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final” Cf.: BRASIL. Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 dez. 2021.

¹⁷² FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 73.

¹⁷³ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 75.

¹⁷⁴ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 124.

¹⁷⁵ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 81.

2.1.3. Sustentabilidade

A relação ser humano e natureza pode ser dividida em três fases: de interação, de intervenção e de agressão.¹⁷⁶ Cabe agora inaugurar uma nova fase que vise a sustentabilidade para que seja possível a manutenção da vida na terra. “A sustentabilidade de uma sociedade se mede por sua capacidade de incluir a todos e garantir-lhes os meios de uma vida suficiente e decente”.¹⁷⁷ Não há como considerar o modo de vida atual como sustentável, ante a tantos desastres naturais e desigualdades existentes. Verifica-se a necessidade de mudança de paradigma no modo de vida atual para uma efetiva sustentabilidade.

A origem do termo sustentabilidade possui raízes na Alemanha, por volta de 1560, para se referir a necessidade de utilização das madeiras das florestas de forma cuidadosa, para que estas pudessem regenerar-se. Em 1713, foi utilizado o termo sustentabilidade para o cuidado com as florestas devido à alta utilização da madeira para fabricação do carvão vegetal.¹⁷⁸ A utilização do substantivo sustentabilidade adveio paralelamente ao momento histórico que a humanidade passou a perceber que a ciência também possuía incertezas,¹⁷⁹ momento que Beck denomina de modernização reflexiva – “A possibilidade de uma (auto)destruição criativa para toda uma era” decorrentes do sucesso da sociedade industrializada.¹⁸⁰ Na modernização reflexiva ocorre a desincorporação e, depois, a reincorporação das formas da sociedade industrial em uma nova modernidade.¹⁸¹

A nova sociedade surge vagarosamente decorrente do progresso econômico intenso desencadeado pelo sistema capitalista que, por sua vez, ocasiona a modificação do modo de pensar e agir.¹⁸² A modernização reflexiva também pode ser referida como “modernização da modernização”, que se dá de forma despercebida. A modernização é reflexiva no sentido de autoconfrontação, visto que, em determinado momento, existe o confronto com os efeitos

¹⁷⁶ BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: O que é – O que não é.** 5 ed., revisada e ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016. p. 15.

¹⁷⁷ BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: O que é – O que não é.** 5 ed., revisada e ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016. p. 20.

¹⁷⁸ BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: O que é – O que não é.** 5 ed., revisada e ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016. p. 34-35.

¹⁷⁹ VEIGA, José Eli da. **Para entender o desenvolvimento sustentável.** São Paulo: Editora 34, 2015. p. 27.

¹⁸⁰ BECK, Ulrich; GIDDENS, Anthony; LASH, Scott. **Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna.** 2 ed. São Paulo: Editora Unesp, 2012. p. 12.

¹⁸¹ BECK, Ulrich; GIDDENS, Anthony; LASH, Scott. **Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna.** 2 ed. São Paulo: Editora Unesp, 2012. p. 13.

¹⁸² BECK, Ulrich; GIDDENS, Anthony; LASH, Scott. **Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna.** 2 ed. São Paulo: Editora Unesp, 2012. p. 14-15.

colaterais (risco) da sociedade industrial.¹⁸³ Menciona-se aqui que a sociedade de risco é um estágio da modernidade.¹⁸⁴

O termo sustentabilidade não possui conceito único. Se procurada no dicionário, a palavra sustentabilidade é a qualidade daquilo que é sustentável, ou seja, possui origem no verbo sustentar, originário do latim *sustentare*.¹⁸⁵ Pode ser constatado um sentido passivo de conservação e manutenção do equilíbrio natural, bem como de um sentido ativo de realização de procedimentos para que o equilíbrio se mantenha.¹⁸⁶

A previsão normativa da sustentabilidade e a proteção do meio ambiente advém da percepção humana da necessidade de proteger o meio ambiente ante o uso desmedido e inconsequente dos recursos naturais. Os problemas atuais decorrem de anos e anos de abusos humanos em relação aos recursos naturais e a capacidade de regeneração do planeta, “São subproduto da cultura de insaciabilidade patrimonialista e senhorial, que salta de desejo em desejo e propaga falsas histórias, no encalço do nada”.¹⁸⁷

O meio ambiente passou a ter sua importância reconhecida e “O princípio de sustentabilidade surge no contexto da globalização como a marca de um limite e o sinal que reorienta o processo civilizatório da humanidade”.¹⁸⁸ A nova percepção ecológica passa a reconfigurar o desenvolvimento para além do âmbito econômico, integrando valores e potenciais da natureza, bem como as externalidades sociais.¹⁸⁹

O atual modelo capitalista de exploração já provou que não é sustentável. A sociedade encontra-se em crise e precisa achar meios para superá-la. Com esse intuito, foram propostos diversos modelos de sustentabilidade. Tais modelos visam proteger a natureza da degradação sem controle, dando-lhe a possibilidade de regeneração. No entanto, ainda existe o problema de como implementar os modelos de sustentabilidade propostos no mundo capitalista atual sob a denominação de desenvolvimento sustentável. Leonardo Boff alerta que “Na maioria dos

¹⁸³ BECK, Ulrich; GIDDENS, Anthony; LASH, Scott. **Modernização reflexiva:** política, tradição e estética na ordem social moderna. 2 ed. São Paulo: Editora Unesp, 2012. p. 18.

¹⁸⁴ BECK, Ulrich; GIDDENS, Anthony; LASH, Scott. **Modernização reflexiva:** política, tradição e estética na ordem social moderna. 2 ed. São Paulo: Editora Unesp, 2012. p. 19.

¹⁸⁵ DICIO. Dicionário Online de Português. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/sustentar/>. Acesso em: 6 jul. 2020.

¹⁸⁶ BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade:** O que é – O que não é. 5 ed., revisada e ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016. p. 33.

¹⁸⁷ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade:** direito ao futuro. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 26.

¹⁸⁸ LEFF, Enrique. **Saber ambiental:** sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. 11 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015. p. 15.

¹⁸⁹ LEFF, Enrique. **Saber ambiental:** sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. 11 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015. p. 17.

casos, a sustentabilidade apresentada é mais aparente do que real”¹⁹⁰, já que o termo desenvolvimento sustentável, com o tempo, foi perdendo sua essência e se amoldando aos desejos dos países desenvolvidos.¹⁹¹

A sustentabilidade é um princípio previsto constitucionalmente, precipuamente, no artigo 3º, artigo 170, inciso VI e artigo 225, que devem nortear a tomada de decisão no momento de elaboração de políticas públicas e privadas, sopesando ganhos e perdas diretos e indiretos. As normas de direitos fundamentais, como é o caso da sustentabilidade e do meio ambiente ecologicamente equilibrado, irradiam seus efeitos por todo ordenamento jurídico.

Vladimir Passos de Freitas e Carolina Efing abordam o artigo 225 da Constituição Federal e a proteção dada as presentes e futuras gerações como princípio da Proteção Intergeracional. Segundo eles, em caso de conflito entre princípios constitucionais, como Desenvolvimento Nacional (artigo 3º, inciso II da Constituição Federal) e da Proteção Intergeracional (artigo 225 da Constituição Federal), “Há que se fazer um profundo juízo de ponderação de valores constitucionais, avaliação concreta entre vantagens e desvantagens”.¹⁹² Acrescente-se que:

Não é possível utilizar os mesmos critérios para decidir tanto a respeito de investimentos econômicos quanto ao futuro de florestas, uma vez que essas últimas comportam valores inestimáveis e atemporais, enquanto aqueles podem ser quantificados e temporalizados. Isso significa que decidir sobre questões ecológicas implica em considerar o valor das mesmas para as gerações futuras, tanto remotas quanto imediatas.¹⁹³

Tanto para interpretação do direito posto, quanto para alteração e criação de novo direito, devem ser observados esses valores constitucionalmente consagrados.¹⁹⁴ As normas de direito fundamental possuem uma dimensão objetiva e subjetiva, e podem assumir diversas estruturas. Porém, em todos eles, há o estabelecimento de obrigações (de fazer, não fazer ou

¹⁹⁰ BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: O que é – O que não é.** 5 ed., revisada e ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016. p. 42.

¹⁹¹ LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder.** 11 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015. p. 22.

¹⁹² FREITAS, Vladimir Passos de; EFING, Carolina. O direito das futuras gerações a um meio ambiente ecologicamente equilibrado. **Revista Jurídica (FURB)**, v. 23, n. 52, p. e8314: 1-23, dez. 2019. p. 18. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/juridica/article/view/8314>. Acesso em: 03 fev. 2022.

¹⁹³ FREITAS, Vladimir Passos de; EFING, Carolina. O direito das futuras gerações a um meio ambiente ecologicamente equilibrado. **Revista Jurídica (FURB)**, v. 23, n. 52, p. e8314: 1-23, dez. 2019. p. 6. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/juridica/article/view/8314>. Acesso em: 03 fev. 2022.

¹⁹⁴ NOVAIS, Jorge Reis. **As restrições aos direitos fundamentais não expressamente autorizadas pela Constituição.** Coimbra: Coimbra Editora, 2003. p. 81.

suportar) aos poderes do Estado democrático de direito, bem como aos particulares.¹⁹⁵ A dimensão objetiva dos direitos fundamentais relaciona-se ao dever do Estado, imposto constitucionalmente, de fazer, não fazer ou assegurar os bens jurídicos fundamentais independente de relação jurídica existente entre indivíduo e Estado.¹⁹⁶

Assim, a sustentabilidade como princípio constitucional deve nortear a interpretação. Nesse sentido, Veiga¹⁹⁷ e Juarez Freitas¹⁹⁸ abordam a sustentabilidade como um novo valor que orienta as mudanças necessárias. Sustentabilidade é uma qualidade atribuída a algo pela preocupação com as futuras gerações. Podemos dizer que a “Sustentabilidade é o único valor a dar atenção às futuras gerações”, por meio da responsabilidade das gerações atuais pelas “Oportunidades, leques de escolhas, e direitos que nossos trinetos e seus descendentes terão alguma chance de usufruir”.¹⁹⁹ Assim, sustentabilidade não está atrelada ao seguimento de normas ambientais, mas à preocupação com as gerações futuras. José Eli da Veiga ainda complementa que “Nada garante que tais comportamentos ou processos [decorrente do seguimento de normas] sejam realmente sustentáveis, mas essa foi a formulação socialmente selecionada para se comunicar que está sendo feito algum esforço nessa direção”.²⁰⁰

A sustentabilidade está prevista direta ou indiretamente em diversos diplomas legais pátrios. Vale citar a Lei n.º 6.938/1981 (Política Nacional do Meio Ambiente); a Lei n.º 10.257/2001 (Estatuto da Cidade); a Lei n.º 12.305/2010 (Política Nacional dos Resíduos Sólidos); a Lei 12.187/2009 (Lei que instituiu a Política Nacional sobre a Mudança do Clima); e a Lei n.º 12.587/2012 (Lei da Política Nacional de Mobilidade Urbana).

Diante disto, conclui-se que o cerne da definição de desenvolvimento sustentável é o que se chama de “equidade intergeracional”, ou seja, “A novíssima ideia de que as futuras gerações merecem tanta atenção quanto as atuais”.²⁰¹ Atualmente, observa-se uma resignificação do conceito de desenvolvimento sustentável com vistas a abarcar outras dimensões, levando em conta que a solução dos problemas ambientais decorrentes de uma crise sistêmica que envolve, entre outras, a “crise do aquecimento global”, “do ar irrespirável”, “da escassez de democracia participativa”, do aumento na produção de resíduos,²⁰² não advém

¹⁹⁵ NOVAIS, Jorge Reis. **As restrições aos direitos fundamentais não expressamente autorizadas pela Constituição**. Coimbra: Coimbra Editora, 2003. p. 53.

¹⁹⁶ NOVAIS, Jorge Reis. **As restrições aos direitos fundamentais não expressamente autorizadas pela Constituição**. Coimbra: Coimbra Editora, 2003. p. 66.

¹⁹⁷ VEIGA, José Eli da. **Para entender o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora 34, 2015. p. 40.

¹⁹⁸ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 29.

¹⁹⁹ VEIGA, José Eli da. **Para entender o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora 34, 2015. p. 40.

²⁰⁰ VEIGA, José Eli da. **Para entender o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora 34, 2015. p. 40.

²⁰¹ VEIGA, José Eli da. **Para entender o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora 34, 2015. p. 9.

²⁰² FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 27-28.

apenas de uma área do conhecimento, sendo necessária uma interdisciplinaridade visando alcançar a reiteradamente citada sustentabilidade.

Um dos problemas que necessitam de soluções é a questão da emissão de gases causadores de efeito estufa e, para resolver essa questão, devem ser observadas quais são as qualidades locais que podem ser aproveitadas para a redução da emissão de dióxido de carbono. Juarez Freitas salienta que “O Brasil tem tudo para se converter numa das referências mundiais do desenvolvimento sustentável, em todas as dimensões. Insolação, por exemplo, não falta. Ventos tampouco”.²⁰³ Os veículos elétricos podem ser instrumentos para a redução da emissão de gases causadores de efeito estufa.

2.2. SUSTENTABILIDADE DOS CARROS ELÉTRICOS

A adoção desses veículos e a sujeição aos seus riscos podem trazer benefícios e oportunidades, mas também podem ocasionar malefícios e perigos, como uma faca de dois gumes.²⁰⁴ Qualquer escolha a ser tomada é marcada pela insegurança quanto aos seus efeitos. Com isso, é necessária uma análise aprofundada da questão.

A sustentabilidade, como mudança absoluta de racionalidade, não é algo passageiro, é condição de continuação da existência da espécie humana no planeta Terra. “O mundo dos veículos elétricos avizinha-se como tendência quase irrefreável. A descarbonização líquida do setor energético está longe de ser uma quimera, como evidenciam estudos recentes”.²⁰⁵ Juarez Freitas, ao abordar a sustentabilidade na sociedade de risco, afirma que “Não podem ser negligenciadas consequências involuntárias (externalidades negativas) e situações complexas de risco”.²⁰⁶ Com base nas informações presentes e que podem ser obtidas, inclusive com auxílio da tecnologia, deve-se optar pela melhor alternativa.

O Estado, tutelando o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e com base no princípio da sustentabilidade, pode apostar na coerção ou incentivo como meio. Assim, pode optar em incentivar a utilização dos veículos elétricos em detrimento dos veículos comuns, movidos à motor de combustão interna. Ou ainda, ante a imprevisibilidade do resultado, o Estado pode intervir coibindo determinada decisão cujos riscos que lhe estão associados são

²⁰³ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 30.

²⁰⁴ Sobre o tema, Ulrich Beck aborda como “os dois rostos do risco: oportunidades e perigo” Cf.: BECK, Ulrich. **A sociedade de risco mundial**: em busca da segurança perdida. Lisboa: Edições 70, 2015. p. 22.

²⁰⁵ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 31.

²⁰⁶ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 54.

demasiadamente incertos, restringindo a liberdade do indivíduo.²⁰⁷ Contudo, “Há muitas decisões relacionadas a grandes riscos em que não se trata de escolher entre alternativas seguras e arriscadas, mas sim em optar entre várias alternativas arriscadas”.²⁰⁸ Assim, decisões como estas não são tão simples quanto parecem, já que existem outras variáveis relacionadas ao ciclo de vida dos veículos elétricos que podem influir no meio ambiente, além da emissão de gases causadores de efeito estufa durante seu uso.

Na sociedade de riscos as incertezas se multiplicam. Elas advêm com a modernidade, são consequências desta e resultam de decisões que, em alguns casos, visam evitar outros riscos. De modo que, “Vivemos num mundo que tem de decidir o seu futuro nas condições de insegurança produzida, fabricada por si próprio”.²⁰⁹ O aumento do bem-estar humano teve um custo: o aumento dos riscos caracterizados pela imprevisibilidade e incalculabilidade.²¹⁰ Veiga afirma que “Em seu âmago, está uma visão de mundo dinâmica, na qual transformação e adaptação são inevitáveis, mas dependem de elevada consciência, sóbria prudência e muita responsabilidade diante dos riscos e, principalmente, das incertezas”.²¹¹

A eficácia das alternativas²¹² deve ser estudada a longo alcance, e não sob a perspectiva de resultados imediatos que, a longo prazo, podem se mostrar danosos.²¹³ Este olhar a longo prazo torna complexa a análise, principalmente na sociedade de riscos, visto que escolher entre estimular ou não a utilização de veículos elétricos ocasiona riscos. Poderia ser considerada uma opção de incentivar o uso de veículos elétricos a decisão mais adequada à proteção do meio ambiente? Ou, na verdade, a utilização de técnicas de publicidade supervalorizando os veículos elétricos, como o *greenwashing*²¹⁴, serviriam apenas para aumentar a lucratividade do

²⁰⁷ BECK, Ulrich. **A sociedade de risco mundial**: em busca da segurança perdida. Lisboa: Edições 70, 2015. p. 25.

²⁰⁸ BECK, Ulrich. **A sociedade de risco mundial**: em busca da segurança perdida. Lisboa: Edições 70, 2015. p. 19.

²⁰⁹ BECK, Ulrich. **A sociedade de risco mundial**: em busca da segurança perdida. Lisboa: Edições 70, 2015. p. 28.

²¹⁰ BECK, Ulrich. **A sociedade de risco mundial**: em busca da segurança perdida. Lisboa: Edições 70, 2015. p. 28-29.

²¹¹ VEIGA, José Eli da. **Para entender o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora 34, 2015. p. 46.

²¹² Ao inserir os termos eficiência e eficácia, Juarez Freitas associa eficiência com os meios adequados para se alcançar os fins, e a eficácia como resultados “justos, legítimos e liquidamente benéficos” Cf.: FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 32-33.

²¹³ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 32-33.

²¹⁴ O termo *greenwashing* pode ser definido como “o ato de enganar os consumidores sobre as práticas ambientais de uma empresa ou sobre os benefícios ambientais de um produto ou serviço.” Cf.: CALDAS, Márcia Vieira de Alencar; VEIGA-NETO, Alípio Ramos; GUIMARÃES, Luciana Gondim de Almeida; CASTRO, Ahiram Bruni Cartaxo de; PEREIRA, Glauber Ruan Barbosa. Greenwashing in environmental marketing strategy in the brazilian furniture market. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59, n. 3, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/LdZzYgps8hCqfh4scHRtxN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 27 jan. 2021.

mercado?²¹⁵ Podem ser questionados, ainda, quais são os riscos decorrentes da opção pelo incentivo dos veículos elétricos?

Juarez Freitas argumenta que a sustentabilidade é um princípio que vincula plenamente e não coaduna “Com o reiterado descumprimento da função socioambiental dos bens e serviços”.²¹⁶ Este princípio determina um reexame e consequencial deontológico dos custos e benefícios”,²¹⁷ de forma inclusiva e sem reducionismos.²¹⁸ É relevante mencionar o exemplo que o autor traz quando se refere aos malefícios da inércia pela ignorância deste princípio, ou seja, para evitar um apagão, se utiliza de uma fonte de energia mais poluente, ao invés de ter efetuado investimentos anteriores na construção de uma alternativa limpa, perfazendo uma degradação omissiva.²¹⁹

Transpondo este exemplo para a presente pesquisa, o não investimento em veículos elétricos poderia ser considerado uma degradação omissiva se estes forem provados mais sustentáveis que os veículos convencionais. De acordo com Juarez Freitas, da sustentabilidade como princípio advém obrigações, como a “Obrigação pelo ciclo de vida dos produtos e serviços” e “De reconhecer o caráter preferencial das energias renováveis”.²²⁰ Diante disso, passará a ser investigado se, de fato, os veículos elétricos são mais sustentáveis que os veículos movidos à combustão interna. Justifica-se a investigação para que uma ação governamental que os incentive, ou ainda, futuramente venha a restringir, não ocasione maiores perdas.

2.2.1. Bateria como principal diferença

A primeira bateria foi desenvolvida de chumbo e ácido, e utilizada em 1859, em uma demonstração pelo belga Gaston Planté.²²¹ Embora as baterias de chumbo e ácido tenham alta

²¹⁵ Regulamento da Mobilidade Elétrica de Portugal dispõe sobre a obrigatoriamente os rótulos devem conter o valor das emissões totais de dióxido de carbono associadas ao consumo do utilizador de veículos elétricos. Com isso, o indivíduo pode comparar e verificar se, de fato, está emitindo menos dióxido de carbono, um dos gases causadores do efeito estufa. Possibilita, assim, uma escolha mais consciente sobre a adoção dos veículos elétricos. Cf.: PORTUGAL. Regulamento 854, de 4 de novembro de 2019, da Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. **Diário da República**, Lisboa, 2019. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/125874308/details/normal?l=1>. Acesso em: 13 set. 2021.

²¹⁶ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 43.

²¹⁷ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 138.

²¹⁸ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 139-141.

²¹⁹ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 139-141.

²²⁰ FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019. p. 44.

²²¹ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade**. 2012. vi, 124 f. Tese (Doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 7. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

durabilidade, de aproximadamente 6 a 15 anos²²², o chumbo é elemento tóxico²²³⁻²²⁴, podendo causar efeitos negativos ao meio ambiente e para a saúde humana. Em 1899, foi desenvolvida a bateria de níquel/cádmio, que não possui muita durabilidade, mas tem custo baixo.²²⁵ “Pelo fato de empregarem cádmio em sua composição, essas baterias são consideradas as de maior impacto ambiental”.²²⁶

Existem diversos tipos de baterias no mercado e outras ainda estão em processo de desenvolvimento. A bateria de chumbo-ácido, por exemplo, até os dias atuais é utilizada. A bateria de níquel-hidreto metálico (Ni-MH), utilizada em alguns veículos elétricos (VHE e VHEP), é composta de hidróxido de níquel (eletrodo positivo), hidróxido de metal (eletrodo negativo) e folhas separadoras porosas, preenchidas com hidróxido de potássio (eletrólito).²²⁷

Os supercapacitores também são dispositivos que armazenam energia, porém, de forma diferente das baterias. A aplicação dos supercapacitores nos veículos elétricos se traduz “Como uma boa aceleração, mas com alcance reduzido, o que é precisamente o oposto ao das baterias”.²²⁸

“A partir dos anos 1890 que a indústria automobilística começou a desenvolver-se mais rapidamente”.²²⁹ Posteriormente, outros tipos de baterias foram desenvolvidos, como as

²²² SILVA, Marcelo Henrique Carvalho e. **Estado da arte da utilização de baterias em veículos elétricos**. 2019. vi, 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. p. 18.

²²³ BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR n.º 10.004, de 31 de junho de 2004. **ABNT**: Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fanaliticaqm.cresiduos.paginas.ufsc.br%2Ffiles%2F2014%2F07%2FNbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf&clen=495719>. Acesso em: 16 jan.2021.

²²⁴ BRASIL. Resolução n.º 452, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 2 de julho de 2012. **Diário Oficial**, Brasília, 2012. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fconama.mma.gov.br%2F%3Foption%3Dcom_sisconama%26task%3Darquivo.download%26id%3D656. Acesso em: 14 jan. 2021.

²²⁵ SILVA, Marcelo Henrique Carvalho e. **Estado da arte da utilização de baterias em veículos elétricos**. 2019. vi, 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. p. 19.

²²⁶ SILVA, Marcelo Henrique Carvalho e. **Estado da arte da utilização de baterias em veículos elétricos**. 2019. vi, 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. p. 19.

²²⁷ OGURA, Koki; KOLHE, Mohan Lal. Battery Technologies for electric vehicles. In: MUNEER. Tariq; KOLHE, Mohan; DOYLE, Aisling (eds.). **Electric Vehicles: Prospects and Challenges**. Elsevier: 2017. p. 143. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128030219000045>. Acesso em: 27 jan. 2021.

²²⁸ OGURA, Koki; KOLHE, Mohan Lal. Battery Technologies for electric vehicles. In: MUNEER. Tariq; KOLHE, Mohan; DOYLE, Aisling (eds.). **Electric Vehicles: Prospects and Challenges**. Elsevier: 2017. p. 144. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128030219000045>. Acesso em: 27 jan. 2021.

²²⁹ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil**: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade. 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de

de níquel-zinco e zinco-ar, no final do século XIX, e a de níquel-ferro (1901).²³⁰ Gilbert Newton Lewis, em 1912, foi o primeiro a utilizar células de lítio em baterias, que vieram a ser comercializadas em 1970.²³¹ Devido à instabilidade do lítio, passaram a ser utilizados “Íons de lítio que estão presentes no eletrólito na forma de sais de lítio dissolvidos em solventes são aquosos”.²³²

O armazenamento de energia é uma questão de suma importância nos veículos elétricos. “O que impediu que os carros elétricos fossem bem-sucedidos no passado foram as baterias”.²³³ No entanto, “As baterias melhoravam a cada ano. Foram do níquel-cádmio para o níquel-hidreto metálico, e então para o íon-lítio”.²³⁴ Segundo Marcelo Henrique Carvalho e Silva, “As baterias do tipo chumbo/ácido, níquel/cádmio e níquel-metal-hidreto são tecnologias ultrapassadas”.²³⁵

“Os principais esforços do desenvolvimento de veículos elétricos têm se concentrado nas baterias, a fim de melhorar seu desempenho, segurança e durabilidade”,²³⁶ visto que os maiores obstáculos dos carros elétricos se relacionam a ela – peso das baterias, capacidade e

Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 7. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

²³⁰ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade**. 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 8. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

²³¹ SILVA, Marcelo Henrique Carvalho e. **Estado da arte da utilização de baterias em veículos elétricos**. 2019. vi, 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. p. 19.

²³² SILVA, Marcelo Henrique Carvalho e. **Estado da arte da utilização de baterias em veículos elétricos**. 2019. vi, 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. p. 21.

²³³ EBERHARD, Martin. A empresa que faz algo não sustentável terá que encerrar as atividades, diz cofundador da Tesla. **O Globo**, Rio de Janeiro, 23 de setembro de 2020. Disponível em: <http://www.fenabreve.org.br/portal/conteudo/view/16138>. Acesso em: 1 fev. 2021.

²³⁴ EBERHARD, Martin. A empresa que faz algo não sustentável terá que encerrar as atividades, diz cofundador da Tesla. In: **O Globo**, Rio de Janeiro, 23 de setembro de 2020. Disponível em: <http://www.fenabreve.org.br/portal/conteudo/view/16138>. Acesso em: 1 fev. 2021.

²³⁵ SILVA, Marcelo Henrique Carvalho e. **Estado da arte da utilização de baterias em veículos elétricos**. 2019. vi, 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. p. 47. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/49963>. Acesso em: 21 fev. 2021.

²³⁶ CHRISPIM, Mariana Cardoso; SOUZA, Jhonathan Fernandes Torres de; SIMÕES, André Felipe. Avaliação comparativa entre veículos elétricos e veículos convencionais no contexto de mitigação das mudanças climáticas. **Revista de gestão e sustentabilidade ambiental**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p.127-148, jan./mar. 2019. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6723. Acesso em: 16 jan. 2021.

custo.²³⁷ As baterias de íons de lítio são as mais utilizadas nos veículos elétricos selecionados, sendo que nos veículos elétricos, todos são movidos por este tipo de bateria.²³⁸

Devido às vantagens das baterias de íons de lítio, elas são utilizadas em larga escala em *smartphones*, notebooks, tablets e outros dispositivos. Entre os pontos positivos das baterias de íons de lítio, destacam-se as seguintes: “Conseguem suportar vários ciclos de carga/descarga”; e não existe efeito memória²³⁹. Sua vida útil é de aproximadamente três anos, mas são sensíveis à altas temperaturas.²⁴⁰ Para completar, “O lítio é o mais leve de todos os metais, tem o maior potencial eletroquímico e fornece a maior energia específica por peso”.²⁴¹

Basicamente, as baterias são compostas por eletrodos, um negativo (anodo) e um positivo (catodo), um eletrólito, um separador e um dispositivo de segurança²⁴². Nas baterias de íons de lítio, o grafite é o material mais utilizado como anodo²⁴³ (eletrodo negativo) e o lítio contendo óxido de metal como catodo²⁴⁴ (eletrodo positivo). “Durante a carga, o Li⁺ (semelhante ao H⁺ em Ni-MH) pula na superfície, move-se através do eletrólito, e finalmente

²³⁷ CHRISPIM, Mariana Cardoso; SOUZA, Jhonathan Fernandes Torres de; SIMÕES, André Felipe. Avaliação comparativa entre veículos elétricos e veículos convencionais no contexto de mitigação das mudanças climáticas. **Revista de gestão e sustentabilidade ambiental**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p.127-148, jan./mar. 2019. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6723. Acesso em: 16 jan. 2021.

²³⁸ OGURA, Koki; KOLHE, Mohan Lal. Battery Technologies for electric vehicles. In: MUNEER. Tariq; KOLHE, Mohan; DOYLE, Aisling (eds.). **Electric Vehicles: Prospects and Challenges**. Elsevier: 2017. p. 141. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128030219000045>. Acesso em: 27 jan. 2021.

²³⁹ SILVA, Marcelo Henrique Carvalho e. **Estado da arte da utilização de baterias em veículos elétricos**. 2019. vi, 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. p. 22.

²⁴⁰ SILVA, Marcelo Henrique Carvalho e. **Estado da arte da utilização de baterias em veículos elétricos**. 2019. vi, 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. p. 22.

²⁴¹ OGURA, Koki; KOLHE, Mohan Lal. Battery Technologies for electric vehicles. In: MUNEER. Tariq; KOLHE, Mohan; DOYLE, Aisling (eds.). **Electric Vehicles: Prospects and Challenges**. Elsevier: 2017. P. 144. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128030219000045>. Acesso em: 27 jan. 2021.

²⁴² OGURA, Koki; KOLHE, Mohan Lal. Battery Technologies for electric vehicles. In: MUNEER. Tariq; KOLHE, Mohan; DOYLE, Aisling (eds.). **Electric Vehicles: Prospects and Challenges**. Elsevier: 2017. p. 148. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128030219000045>. Acesso em: 27 jan. 2021.

²⁴³ OGURA, Koki; KOLHE, Mohan Lal. Battery Technologies for electric vehicles. In: MUNEER. Tariq; KOLHE, Mohan; DOYLE, Aisling (eds.). **Electric Vehicles: Prospects and Challenges**. Elsevier: 2017. p. 150. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128030219000045>. Acesso em: 27 jan. 2021.

²⁴⁴ OGURA, Koki; KOLHE, Mohan Lal. Battery Technologies for electric vehicles. In: MUNEER. Tariq; KOLHE, Mohan; DOYLE, Aisling (eds.). **Electric Vehicles: Prospects and Challenges**. Elsevier: 2017. p. 143-144. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128030219000045>. Acesso em: 27 jan. 2021.

chega ao eletrodo negativo”²⁴⁵. Durante o uso da bateria, ocorre o processo contrário. Quanto ao eletrólito das baterias de íons de lítio, pode ser líquido, polímero ou sólido. Neste último caso, “Atuará também como um separador”.²⁴⁶

A seguinte fórmula corresponde às reações gerais que ocorrem na bateria de íon de lítio: $6C + LiM_yO_z \leftrightarrow Li_xC_6 + Li_{1-x}M_yO_z$. “Onde $x \leq 1$. M é o metal do catodo (níquel, cobalto, manganês, ou suas combinações), e O é o oxigênio”²⁴⁷.

A maioria dos automóveis são veículos híbridos elétricos ou veículos híbridos elétricos *plug-in*.²⁴⁸ Cada companhia utiliza de uma tecnologia diferente e, portanto, de um tipo de bateria diferente.²⁴⁹ As baterias de íon de lítio mais utilizadas no mercado são com catodos de Níquel-Manganês-Cobalto (NMC) e Níquel-Cobalto-Alumínio (NCA), de acordo com levantamento realizado em 2017, que pode ser visualizado na imagem abaixo.²⁵⁰

²⁴⁵ OGURA, Koki; KOLHE, Mohan Lal. Battery Technologies for electric vehicles. In: MUNEER. Tariq; KOLHE, Mohan; DOYLE, Aisling (eds.). **Electric Vehicles: Prospects and Challenges**. Elsevier: 2017. p. 150. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128030219000045>. Acesso em: 27 jan. 2021.

²⁴⁶ OGURA, Koki; KOLHE, Mohan Lal. Battery Technologies for electric vehicles. In: MUNEER. Tariq; KOLHE, Mohan; DOYLE, Aisling (eds.). **Electric Vehicles: Prospects and Challenges**. Elsevier: 2017. p. 152. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128030219000045>. Acesso em: 27 jan. 2021.

²⁴⁷ OGURA, Koki; KOLHE, Mohan Lal. Battery Technologies for electric vehicles. In: MUNEER. Tariq; KOLHE, Mohan; DOYLE, Aisling (eds.). **Electric Vehicles: Prospects and Challenges**. Elsevier: 2017. p. 152. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128030219000045>. Acesso em: 27 jan. 2021.

²⁴⁸ SILVA, Marcelo Henrique Carvalho e. **Estado da arte da utilização de baterias em veículos elétricos**. 2019. vi, 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/49963>. Acesso em: 21 fev. 2021.

²⁴⁹ OGURA, Koki; KOLHE, Mohan Lal. Battery Technologies for electric vehicles. In: MUNEER. Tariq; KOLHE, Mohan; DOYLE, Aisling (eds.). **Electric Vehicles: Prospects and Challenges**. Elsevier: 2017. p. 141. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128030219000045>. Acesso em: 27 jan. 2021.

²⁵⁰ SILVA, Marcelo Henrique Carvalho e. **Estado da arte da utilização de baterias em veículos elétricos**. 2019. vi, 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. p. 33. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/49963>. Acesso em: 21 fev. 2021.

Figura 3 - Químicas das baterias dos automóveis elétricos comerciais produzidos em 2017

Fabricante	Nome/Modelo	Tipo	Química da bateria
Audi	Audi Q7 e-tron	VEPH	NMC
BMW	BMW i3	VPE	NMC
BYD	BYD E6	VPE	LFP
Daimler	Smart Fortwo Electric Drive	VPE	NCA
Fiat	Fiat 500e	VPE	NMC
Ford	Ford C-Max Energi	VEPH	NMC
General Motors	Chevrolet Volt	VEPH	NMC
Hyundai	Hyundai Ionic Electric	VPE	NMC
Karma	Karma Revero	VEPH	NMC
Kia	Kia Soul EV	VPE	NMC
Mitsubishi	Mitsubishi Outlander	VEPH	NMC
Nissan	Nissan Leaf	VPE	NMC
Porsche	Porsche Panamera 4 E-Hybrid	VEPH	NMC
Renault	Renault Zoe	VPE	NMC
Tesla	Tesla Model SP100D	VPE	NCA

Fonte: SILVA, 2019, p. 33.

Os veículos elétricos são menos poluentes que os veículos movidos por motor de combustão interna, já que não possuem emissões de escape durante o uso. No entanto, “Os VE não são totalmente limpos das emissões ao longo de seu ciclo de vida”, mas “O impacto ambiental geral pode ser reduzido”.²⁵¹

A bateria dos veículos elétricos é um componente eletrônico e que constitui a principal diferença entre os veículos com motor de combustão interna e os elétricos. A principal diferença de emissões de gases causadores de efeito estufa e o potencial de mudança climática decorre dos impactos relacionados às baterias.²⁵² Devido a isso, o presente trabalho se restringirá a analisar a sustentabilidade dos veículos elétricos sob a ótica de suas baterias durante a fabricação, uso, e posterior descarte.

²⁵¹ FAIZAL, Mohd; FENG, S. Y.; ZUREEL, M. F; SINIDOL, B. E.; WONG, D.; JIAN, G. K. A review on challenges and opportunities of electric vehicles (evs). **Journal of Mechanical Engineering Research & Developments**. v. 42, n. 4, p. 130-137, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335498477_A_REVIEW_ON_CHALLENGES_AND_OPPORTUNITIES_OF_ELECTRIC_VEHICLES_EVS. Acesso em: 19 jan. 2021.

²⁵² ELLINGSEN, Linda Ager-Wick; SINGH, Bhawna; STRØMMAN, Anders Hammer. The size and range effect: Lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles. **Environmental Research Letters**. v. 11, n. 5, 2016. p. 7. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/5/054010>. Acesso em: 8 dez. 2021.

2.2.2. Na fabricação

Foi realizado um estudo visando comparar um veículo elétrico e um veículo com motor de combustão interna convencional durante todo seu ciclo de vida, por meio de um inventário transparente, partindo da premissa que a vida útil seria de 150.000 km, tanto para a bateria e quanto para o carro.²⁵³ Nos veículos elétricos, foram investigados dois tipos de baterias: fosfato de lítio ferro (LiFePO₄) e a de lítio-níquel-cobalto-manganês (LiNCM), sendo que “As diferenças entre os impactos do duas opções EV [sigla em inglês para *electric vehicles*] surgem unicamente de diferenças na produção das baterias”.²⁵⁴

Neste estudo, constatou-se que a produção, no caso dos veículos elétricos, é mais ambientalmente adequada que se comparados aos veículos movidos a motor de combustão interna para todas as categorias analisadas de impacto, excepcionando a de potencial de acidificação terrestre.²⁵⁵ No entanto, em outro estudo realizado, verificou-se que a fase de produção dos veículos elétricos é responsável pela maior parte das emissões de gases causadores de efeito estufa durante o seu ciclo de vida²⁵⁶ e, ainda, que as emissões de gases causadores de efeito estufa durante a produção de veículos elétricos são maiores se comparados a veículos convencionais similares.²⁵⁷ Segundo os dados obtidos, as baterias são responsáveis por 23% a 34% das emissões durante a produção dos veículos elétricos.²⁵⁸

Em relação ao potencial de aquecimento global (GWP – sigla em inglês para *global warming potential*), metade do potencial de aquecimento global de um veículo elétrico está

²⁵³ HAWKINS, Troy R.; SINGH, Bhawna; MAJEAU-BETTEZ, Guillaume; STRØMMAN, Anders Hammer. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. **Journal of Industrial Ecology**, v. 17, n. 1, p. 53-64, fev. 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1530-9290.2012.00532.x>. Acesso em: 19 jan. 2021.

²⁵⁴ HAWKINS, Troy R.; SINGH, Bhawna; MAJEAU-BETTEZ, Guillaume; STRØMMAN, Anders Hammer. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. **Journal of Industrial Ecology**, v. 17, n. 1, p. 53-64, fev. 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1530-9290.2012.00532.x>. Acesso em: 19 jan. 2021.

²⁵⁵ HAWKINS, Troy R.; SINGH, Bhawna; MAJEAU-BETTEZ, Guillaume; STRØMMAN, Anders Hammer. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. **Journal of Industrial Ecology**, v. 17, n. 1, p. 53-64, fev. 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1530-9290.2012.00532.x>. Acesso em: 19 jan. 2021.

²⁵⁶ ELLINGSEN, Linda Ager-Wick; SINGH, Bhawna; STRØMMAN, Anders Hammer. The size and range effect: Lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles. **Environmental Research Letters**. v. 11, n. 5, 2016. p. 7. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/5/054010>. Acesso em: 8 dez. 2021.

²⁵⁷ ELLINGSEN, Linda Ager-Wick; SINGH, Bhawna; STRØMMAN, Anders Hammer. The size and range effect: Lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles. **Environmental Research Letters**. v. 11, n. 5, 2016. p. 5. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/5/054010>. Acesso em: 8 dez. 2021.

²⁵⁸ ELLINGSEN, Linda Ager-Wick; SINGH, Bhawna; STRØMMAN, Anders Hammer. The size and range effect: Lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles. **Environmental Research Letters**. v. 11, n. 5, 2016. p. 5. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/5/054010>. Acesso em: 8 dez. 2021.

associado à sua fase de produção, ou seja, “87 a 95 gramas de dióxido de carbono equivalente por quilômetro (g CO₂-eq/km), que é aproximadamente o dobro dos 43 g CO₂-eq/km associados à produção de ICEV”.²⁵⁹ Os autores observaram que o aumento da vida útil dos veículos elétricos pode ocasionar o aumento de seus benefícios, já que a maioria de seu potencial de aquecimento global encontra-se no processo de produção e os “Impactos relacionados à produção são distribuídos ao longo da vida útil mais longa”.²⁶⁰

O lítio metálico, principal elemento das baterias, destaca-se por sua reatividade com a água formando hidróxido de lítio (2LiOH) que é altamente inflamável.²⁶¹ Devido a isso, nas baterias são utilizados íons de lítio dissolvido em solventes não aquosos, como eletrólito.²⁶² O lítio é um elemento químico relativamente abundante no planeta Terra.²⁶³ Sua produção envolve a extração do mineral, que consome muita energia.²⁶⁴

As maiores reservas no mundo desse metal estão situadas no Chile, Austrália, Argentina, China, EUA, Canadá, Zimbábue, Brasil e Portugal, em ordem, segundo o Serviço Geológico dos Estados Unidos.²⁶⁵ Para além das emissões de gases durante a fabricação dos veículos elétricos, o aumento na utilização dos destes pode levar ao aumento da necessidade de extração desse mineral e, conseqüentemente, eventuais danos ambientais.

²⁵⁹ HAWKINS, Troy R.; SINGH, Bhawna; MAJEAU-BETTEZ, Guillaume; STRØMMAN, Anders Hammer. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. **Journal of Industrial Ecology**, v. 17, n. 1, p. 53-64, fev. 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1530-9290.2012.00532.x>. Acesso em: 19 jan. 2021.

²⁶⁰ HAWKINS, Troy R.; SINGH, Bhawna; MAJEAU-BETTEZ, Guillaume; STRØMMAN, Anders Hammer. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. **Journal of Industrial Ecology**, v. 17, n. 1, p. 53-64, fev. 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1530-9290.2012.00532.x>. Acesso em: 19 jan. 2021.

²⁶¹ SANTOS, Célia Aparecida Lino dos. Baterias de íons lítio para veículos elétricos. **Revista IPT**, v. 2, n. 9, dez. 2018. Disponível em: <http://revista.ipt.br/index.php/revistaIPT/article/view/71>. Acesso em: 30 dez. 2021.

²⁶² SANTOS, Célia Aparecida Lino dos. Baterias de íons lítio para veículos elétricos. **Revista IPT**, v. 2, n. 9, dez. 2018. Disponível em: <http://revista.ipt.br/index.php/revistaIPT/article/view/71>. Acesso em: 30 dez. 2021.

²⁶³ CASTRO, Carolina Pineda; CONSONI, Flávia L. Diagnóstico dos cenários de manejo ambiental do uso e disposição final de baterias de lítio de veículos elétricos. **Revista e-locução**, v. 1, n. 17, p. 439-457, 10 jul. 2020. Disponível em: <https://periodicos.faex.edu.br/index.php/e-Locucaao/article/view/252>. Acesso em: 30 dez. 2021.

²⁶⁴ CASTRO, Carolina Pineda; CONSONI, Flávia L. Diagnóstico dos cenários de manejo ambiental do uso e disposição final de baterias de lítio de veículos elétricos. **Revista e-locução**, v. 1, n. 17, p. 439-457, 10 jul. 2020. Disponível em: <https://periodicos.faex.edu.br/index.php/e-Locucaao/article/view/252>. Acesso em: 30 dez. 2021

²⁶⁵ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA LEVANTAMENTO GEOLÓGICO. **Lithium Statistics and Information**. Janeiro, 2021. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-lithium.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2021.

2.2.3. Durante o uso

Se comparados, os veículos elétricos são considerados mais eficientes que os veículos com motor de combustão interna, já que estes apenas convertem aproximadamente 17% a 21% da energia para o carro, enquanto os veículos elétricos são capazes de converter de 59% a 62% da energia.²⁶⁶ Porém, o uso é apenas uma fase do ciclo de vida dos veículos elétricos, que deve ser analisada, mas não pode ser considerada isoladamente, abstraindo eventuais malefícios que possam existir durante a produção e o descarte dos veículos elétricos.

Os veículos elétricos híbridos possuem uma bateria que pode ser recarregada pelo motor de combustão interna ou pelo sistema de frenagem regenerativa²⁶⁷ – quando “O veículo está freando, o sistema pode colher a energia cinética do veículo e recarrega-o de volta às baterias através de motores”.²⁶⁸ São considerados mais eficientes do que os veículos convencionais, principalmente quando utilizados em locais de tráfego lento, como é o caso dentro dos centros urbanos. Isso se dá devido ao fato de utilizar a frenagem regenerativa para recarregar sua bateria.²⁶⁹

O sistema desses automóveis pode ser em série, paralelo ou misto: será em série quando “O motor a combustão interna aciona um gerador que alimenta o motor elétrico”; será paralelo quando “O motor de combustão interna é auxiliado pelo motor elétrico nas situações que exijam mais potência”; e será misto quando “Os dois motores elétricos atuam em série e outro em paralelo ao MCI”²⁷⁰ – sigla para motor à combustão interna.

²⁶⁶ SANTOS, Max Mauro Dias. **Veículos elétricos e híbridos: fundamentos, características e aplicações**. São Paulo: Érica, 2020. p. 32.

²⁶⁷ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade**. 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 23. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

²⁶⁸ FAIZAL, Mohd; FENG, S. Y.; ZUREEL, M. F; SINIDOL, B. E.; WONG, D.; JIAN, G. K. A review on challenges and opportunities of electric vehicles (evs). **Journal of Mechanical Engineering Research & Developments**. v. 42, n. 4, p. 130-137, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335498477_A_REVIEW_ON_CHALLENGES_AND_OPPORTUNITIES_OF_ELECTRIC_VEHICLES_EVES. Acesso em: 19 jan. 2021.

²⁶⁹ SOVACOO, Benjamin K.; HIRSH, Richard F. Beyond batteries: An examination of the benefits and barriers to plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs) and a vehicle-to-grid (V2G) transition. **Energy Policy**, v. 37, n. 3, p. 1095-1103, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421508005934>. Acesso em: 11 fev. 2021. p. 1096.

²⁷⁰ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade**. 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 23. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

Os VHEPs possuem motor de combustão interna e uma bateria que pode ser recarregada pela conexão à uma rede de distribuição de energia elétrica.²⁷¹ A bateria dos VHEP “Possui maior capacidade de armazenamento que a de um VHE não *plug-in*”.²⁷² Os VHEP não utilizam a capacidade total da bateria (100%), as baterias operam “Na faixa de 25% - 90%, o que significa dizer que 35% da capacidade total não é utilizada”.²⁷³

Nos VHEP, “Quando a bateria descarrega, o MCI é utilizado como gerador de energia para o motor elétrico”.²⁷⁴ Para tanto, utiliza-se dois ciclos de descarga típicos, o Modo de Carga Depletada, quando a bateria está entre 90% e 25%, ao atingir 25% passa ao Modo de Carga Sustentada.²⁷⁵ Quando está no Modo de Carga Depletada, o VHEP pode funcionar como elétrico puro ou misto.²⁷⁶

Outro fator que também influencia nas vantagens advindas do veículo elétrico é a origem da energia elétrica, ou seja, se provém de fontes limpas e renováveis. Da mesma forma, os veículos movidos a combustão interna, a quantidade de emissões de gases causadores de efeito estufa está intimamente relacionada a origem da fonte de energia.²⁷⁷ Especificidades locais podem alterar a desempenho dos veículos elétricos, tornando-os menos vantajosos, como

²⁷¹ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade.** 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 25. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

²⁷² BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade.** 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 25. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

²⁷³ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade.** 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 26. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

²⁷⁴ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade.** 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 25. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

²⁷⁵ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade.** 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 25. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

²⁷⁶ BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade.** 2012. vi, 124 f. Tese (doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. p. 26. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

²⁷⁷ ELLINGSEN, Linda Ager-Wick; SINGH, Bhawna; STRØMMAN, Anders Hammer. The size and range effect: Lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles. **Environmental Research Letters.** v. 11, n. 5, 2016. p. 5. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/5/054010>. Acesso em: 8 dez. 2021

é o caso dos veículos elétricos que obtêm energia elétrica “Produzida principalmente a partir de lignite, carvão ou mesmo da combustão de petróleo pesado”.²⁷⁸

A maioria da energia elétrica no Brasil provém de hidrelétricas. Também existem outras fontes, como as termelétricas movidas à energia nuclear e combustíveis fósseis, além da biomassa, eólica e solar.²⁷⁹ Por meio da Medida Provisória nº 1.031, convertida na Lei nº 14.182/2021, dispôs sobre a desestatização da Eletrobras e a inserção de 8 megawatts de termoelétricas a gás, dos quais 70%, no mínimo, serão em regime de operação inflexível.²⁸⁰ Segundo o Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), isso “Provocará o aumento da geração a gás natural e o aumento das emissões anuais de gases de efeito estufa (GEE)”.²⁸¹ É válido destacar que isso pode ocasionar o aumento no consumo de água doce em regiões críticas, já que algumas termelétricas utilizam água para resfriamento.

A disposição da referida lei, corroborada com o Programa para Uso Sustentável do Carvão Mineral, vai na contramão da transição da matriz energética para fontes renováveis.²⁸² Acrescenta-se que essa transição energética para o gás natural pode prejudicar o desenvolvimento e investimentos voltados para energias renováveis.²⁸³ Assim, essa medida vai

²⁷⁸ HAWKINS, Troy R.; SINGH, Bhawna; MAJEAU-BETTEZ, Guillaume; STRØMMAN, Anders Hammer. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. **Journal of Industrial Ecology**, v. 17, n. 1, p. 53-64, fev. 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1530-9290.2012.00532.x>. Acesso em: 19 jan. 2021.

²⁷⁹ OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil (1970-2020)**. 2021. p. 24. Disponível em: [https://energiaambiente.org.br/produto/analise-das-emissoes-brasileiras-de-gases-de-efeito-estufa-e-suas-implicacoes-para-as-metas-climaticas-do-brasil-1970-2020#:~:text=Emiss%C3%B5es%20brasileiras%20no%20ano%20da%20pandemia&text=Foi%20de%209%2C5%25%20o,estufa%20no%20Brasil%20em%202020.&text=Veja%20detalhes%20no%20relat%C3%B3rio%20do%20Observat%C3%B3rio%20do%20Clima%20\(OC\)](https://energiaambiente.org.br/produto/analise-das-emissoes-brasileiras-de-gases-de-efeito-estufa-e-suas-implicacoes-para-as-metas-climaticas-do-brasil-1970-2020#:~:text=Emiss%C3%B5es%20brasileiras%20no%20ano%20da%20pandemia&text=Foi%20de%209%2C5%25%20o,estufa%20no%20Brasil%20em%202020.&text=Veja%20detalhes%20no%20relat%C3%B3rio%20do%20Observat%C3%B3rio%20do%20Clima%20(OC)). Acesso em: 6 dez. 2021.

²⁸⁰ BRAISL. Lei Federal nº 14.182, de 12 de julho de 2021. **Diário Oficial**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.182-de-12-de-julho-de-2021-331549377>. Acesso em: 8 dez. 2021.

²⁸¹ IEMA – INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. Crise hídrica, termelétricas e renováveis: considerações sobre o planejamento energético e seus impactos ambientais e climáticos. Setembro de 2021. p. 3. Disponível em: <https://energiaambiente.org.br/produto/crise-hidrica-termeletricas-e-renovaveis#:~:text=Em%202021%2C%20o%20Brasil%20vive,foi%20acionar%20as%20termel%C3%A9tricas%20f%C3%B3sseis>. Acesso em: 6 dez. 2021.

²⁸² IEMA – INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. Crise hídrica, termelétricas e renováveis: considerações sobre o planejamento energético e seus impactos ambientais e climáticos. Setembro de 2021. p. 3. Disponível em: <https://energiaambiente.org.br/produto/crise-hidrica-termeletricas-e-renovaveis#:~:text=Em%202021%2C%20o%20Brasil%20vive,foi%20acionar%20as%20termel%C3%A9tricas%20f%C3%B3sseis>. Acesso em: 6 dez. 2021.

²⁸³ IEMA – INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. Termelétricas a gás natural na MP 1.031/2021. Julho de 2021. p. 2-3. Disponível em: http://energiaambiente.org.br/wp-content/uploads/2021/07/IEMA_privatizacaodaetrobras_termeletricasjul-2021.pdf. Acesso em: 8 dez. 2021.

na contramão das Contribuições Nacionalmente Determinadas do Brasil, decorrentes do acordo de Paris.²⁸⁴

Como já dito alhures, “O desempenho ambiental dos VE é criticamente dependente da combinação dos impactos do veículo e da produção de eletricidade, bem como de fatores-chave, como o uso de energia e a duração da bateria e do veículo”.²⁸⁵ Portanto, também deve ser incentivada a produção de energia elétrica de fontes limpas e renováveis, como a fotovoltaica. Desse modo, “Os benefícios ambientais do desenvolvimento de veículos elétricos vão depender fortemente da matriz energética do país e das condições de carregamento dos veículos elétricos”²⁸⁶.

A tecnologia na produção de energia elétrica não pode ser vista apenas no seu viés instrumental, mas sim como um fenômeno social complexo. No processo de produção e distribuição de energia elétrica, “Estão presentes os valores sociais, os quais nos farão, seja projetar, seja selecionar [...] os melhores meios técnicos que melhor incorporam ou encarnam determinados valores, que são considerados substanciais”.²⁸⁷ O modo de produção e distribuição de energia elétrica pode se dar uma forma sustentável, levando em conta seus impactos no meio ambiente, assim como podem ser totalmente alheios a esse fato, dependendo do valor social dado ao meio ambiente pela sociedade. Trata-se, portanto, da construção de um pensamento crítico. Para tanto, é necessário compreender o modo de vida da sociedade. “Diante da necessidade de se produzir energia elétrica, pode-se tanto optar como solução tecnológica, tanto a macro quanto pela micro geração, quer sejam por métodos sustentáveis, ou por métodos que impactam mais profundamente o meio ambiente.”²⁸⁸

²⁸⁴ BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Apresentação da Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil perante o Acordo de Paris**. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/mre/pt-br/canais_atendimento/imprensa/notas-a-imprensa/2020/apresentacao-da-contribuicao-nacionalmente-determinada-do-brasil-perante-o-acordo-de-paris. Acesso em: 22 set. 2021.

²⁸⁵ HAWKINS, Troy R.; SINGH, Bhawna; MAJEAU-BETTEZ, Guillaume; STRØMMAN, Anders Hammer. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. **Journal of Industrial Ecology**, v. 17, n. 1, p. 53-64, fev. 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1530-9290.2012.00532.x>. Acesso em: 19 jan. 2021.

²⁸⁶ CHRISPIM, Mariana Cardoso; SOUZA, Jhonathan Fernandes Torres de; SIMÕES, André Felipe. Avaliação comparativa entre veículos elétricos e veículos convencionais no contexto de mitigação das mudanças climáticas. **Revista de gestão e sustentabilidade ambiental**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p.127-148, jan./mar. 2019. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6723. Acesso em: 16 jan. 2021.

²⁸⁷ RODRIGUES, Marcos Vinicius. **A geração de energia e os novos paradigmas para a utilização de energia elétrica no Brasil**: uma análise com ênfase na teoria crítica da tecnologia. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2019. p. 13.

²⁸⁸ RODRIGUES, Marcos Vinicius. **A geração de energia e os novos paradigmas para a utilização de energia elétrica no Brasil**: uma análise com ênfase na teoria crítica da tecnologia. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2019. p. 14.

Marcos Vinicius Rodrigues afirma que a tecnologia utilizada para geração e distribuição de energia, considerada como um fenômeno social, não é neutra. Além disso, afirma que a tecnologia constitui uma forma de poder decorrente da racionalidade política que corrobora para a perpetuação dos interesses sociais. Não obstante, as usinas hidrelétricas não são uma fonte de energia limpa, já que podem ocasionar grandes impactos de ordem ambiental, econômica, social e cultural.

Kátia A. Pastori Terrin e Luiz Alberto Blanchet salientam que os impactos ambientais decorrentes do alagamento para instalação interferem no regime de águas e podem ocasionar a formação de microclimas que prejudicam a biodiversidade.²⁸⁹ Eles argumentam que ,“Com a degradação anaeróbica da matéria orgânica, os alagamentos acabam sendo uma fonte de emissão de gases de efeito estufa à atmosfera”.²⁹⁰

Observa-se que, relacionado ao uso dos veículos elétricos, existe potencial de que estes sejam ambientalmente melhores que os veículos com MCI. No entanto, tal fato depende de outros fatores, como a origem da energia gerada e o tempo de vida das baterias.

2.2.4. No pós-uso

Embora os veículos elétricos possam trazer inúmeros benefícios de ordem ambiental e para saúde humana, deve ser considerado todo o ciclo de vida de produção do veículo. No Brasil, a Lei n.º 12.977/2014 dispõe sobre a “Desmontagem de veículos automotores terrestres”. Esta norma é aplicável também aos veículos elétricos, já que a definição de veículos automotores abarca elétricos e com MCI, conforme já abordado anteriormente.

A referida norma garante a segurança na desmontagem. No entanto, não é suficiente para coibir possíveis danos ambientais decorrentes do descarte das baterias, pois não abrange a disposição final. No fim de vida dos veículos elétricos, quando da disposição final ambientalmente adequada, as baterias são responsáveis por 14% a 23% das emissões de gases

²⁸⁹ TERRIN, Kátia A. Pastori; BLANCHET, Luiz Alberto. Direito de energia e sustentabilidade: uma análise dos impactos negativos das usinas hidrelétricas no Brasil. **Revista Videre**, Dourados, MS, v. 11, n. 22, jul./dez. 2019. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/videre/article/view/11215>. Acesso em: 16 jan. 2021.

²⁹⁰ TERRIN, Kátia A. Pastori; BLANCHET, Luiz Alberto. Direito de energia e sustentabilidade: uma análise dos impactos negativos das usinas hidrelétricas no Brasil. **Revista Videre**, Dourados, MS, v. 11, n. 22, jul./dez. 2019. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/videre/article/view/11215>. Acesso em: 16 jan. 2021.

causadores de efeito estufa. No entanto, a contribuição das emissões dessa fase final em relação a todo o ciclo de vida dos veículos elétricos é pequena.²⁹¹

Devido à quantidade de materiais necessários para a produção dos equipamentos eletrônicos dos veículos elétricos, emerge a preocupação acerca da disposição final ambientalmente adequada, bem como os efeitos toxicológicos desses componentes.²⁹² As baterias não são todas iguais, embora haja substâncias comuns. Alguns metais presentes nas baterias possuem potencial de causar danos à saúde humana e ao meio ambiente, devido à sua toxicidade, tais como o “mercúrio”, “chumbo” e “níquel”. Esses metais são bioacumuláveis, podendo afetar as funções do organismo humano e comprometer o habitat natural de animais e plantas. “Verifica-se, atualmente, um grande aumento na circulação de metais no solo, água e ar e seu acúmulo na cadeia alimentar”.²⁹³

Assim, as baterias dos veículos elétricos têm potencial de degradação do meio ambiente se descartadas incorretamente. Segundo a Lei 6.928/1981 (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente), poluição é a “Degradação da qualidade ambiental”, ou seja, “A alteração adversa das características do meio ambiente”²⁹⁴ que resulte de atividades que:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;²⁹⁵

²⁹¹ ELLINGSEN, Linda Ager-Wick; SINGH, Bhawna; STRØMMAN, Anders Hammer. The size and range effect: Lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles. **Environmental Research Letters**. v. 11, n. 5, 2016. p. 5-6. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/5/054010>. Acesso em: 8 dez. 2021.

²⁹² HAWKINS, Troy R.; SINGH, Bhawna; MAJEAU-BETTEZ, Guillaume; STRØMMAN, Anders Hammer. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. **Journal of Industrial Ecology**, v. 17, n. 1, p. 53-64, fev. 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1530-9290.2012.00532.x>. Acesso em: 19 jan. 2021.

²⁹³ REIDLER, Nívea Maria Vega Longo; GÜNTHER, Wanda Maria Risso. Impactos sanitários e ambientais devido aos resíduos gerados por pilhas e baterias usadas. In: Congresso interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, XXVIII, 2002, Cancún. **Anais**. Cancún: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Reidler-Nivea-Maria/publication/266328401_IMPACTOS_SANITARIOS_E_AMBIENTAIS_DEVIDO_AOS_RESIDUOS_GERADOS_POR_PILHAS_E_BATERIAS_USADAS/links/54e892d80cf27a6de10f13cd/IMPACTOS-SANITARIOS-E-AMBIENTAIS-DEVIDO-AOS-RESIDUOS-GERADOS-POR-PILHAS-E-BATERIAS-USADAS.pdf. Acesso em: 10 mar. 2021.

²⁹⁴ BRASIL. Lei Federal n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Diário Oficial**, Brasília, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em: 6 mar. 2021.

²⁹⁵ BRASIL. Lei Federal n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Diário Oficial**, Brasília, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em: 6 mar. 2021.

Vale ressaltar que “Poucas empresas têm agora a tecnologia para reciclar as baterias de íon de lítio usadas em carros elétricos”.²⁹⁶ A degradação da bateria em aterros sanitários demora milhares de anos. Se considerarmos análise após 100 anos da disposição final ambientalmente adequada em aterros sanitários, “A bateria se comporta principalmente como lixo inerte, o que significa que os metais contidos nas células permanecem “trancados” dentro de sua carcaça”.²⁹⁷ No entanto, em algum momento os metais contidos na bateria – lítio, cádmio, mercúrio, chumbo, alumínio, cobre, grafite e níquel – afetarão o meio ambiente e, conseqüentemente, o ser humano,²⁹⁸ já que “Aterros sanitários levam à lixiviação de toxinas no meio ambiente”.²⁹⁹ Assim, segundo Nívea Maria Vega Longo Reidler e Wanda Maria Risso Günther:

mesmo os metais que representam menores riscos em sua forma elementar, quando descartados sem controle, junto com o resíduo sólido comum, podem se transformar em substâncias extremamente perigosas e tóxicas à saúde e ao ambiente, pela possibilidade de reação, interação ou sinergismo com outras substâncias presentes no resíduo sólido urbano, ou no ecossistema, devido a inúmeros fatores, tais como: condições climáticas e geológicas; características físicas, químicas e bioquímicas do ambiente; presença de substâncias incompatíveis; entre outros.³⁰⁰

A maioria dos componentes das baterias de íons de lítio podem ser reciclados, mas os custos relacionados a essa tarefa são altos, constituindo um desafio e “Poucas empresas têm,

²⁹⁶ CHRISPIM, Mariana Cardoso; SOUZA, Jhonathan Fernandes Torres de; SIMÕES, André Felipe. Avaliação comparativa entre veículos elétricos e veículos convencionais no contexto de mitigação das mudanças climáticas. **Revista de gestão e sustentabilidade ambiental**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p.127-148, jan./mar. 2019. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6723. Acesso em: 16 jan. 2021.

²⁹⁷ AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **Global EV Outlook 2020: Entering the decade of electric drive?**. Paris: IEA, 2020. p. 74 Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>. Acesso em: 14 mar. 2021.

²⁹⁸ ALMEIDA, Mislene Aparecida de et al. Destinação do lixo eletrônico: impactos ambientais causados pelos resíduos tecnológicos. **Revista científica e-locução**, v. 1, n. 07, p. 56-72, jun. 2015. p. 60-62. Disponível em: <http://periodicos.faex.edu.br/index.php/e-Locucacao/article/view/43>. Acesso em 11 jun. 2020.

²⁹⁹ BALDÉ, Kees; FORTI, Vanesa; GRAY, Vanessa; KUEHR, Ruediger; STEGMANN, Paul. **The Global E-waste Monitor. United Nations University; International Telecommunication Union; International Solid Waste Association**, Bonn; Geneva; Vienna, 2017. Disponível em: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Documents/GEM%202017/Global-E-waste%20Monitor%202017%20.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2021.

³⁰⁰ REIDLER, Nívea Maria Vega Longo; GÜNTHER, Wanda Maria Risso. Impactos sanitários e ambientais devido aos resíduos gerados por pilhas e baterias usadas. In: Congresso interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, XXVIII, 2002, Cancún. **Anais**. Cancún: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Reidler-Nivea-Maria/publication/266328401_IMPACTOS_SANITARIOS_E_AMBIENTALES_DEVIDO_AOS_RESIDUOS_GERADOS_POR_PILHAS_E_BATERIAS_USADAS/links/54e892d80cf27a6de10f13cd/IMPACTOS-SANITARIOS-E-AMBIENTALES-DEVIDO-AOS-RESIDUOS-GERADOS-POR-PILHAS-E-BATERIAS-USADAS.pdf. Acesso em: 10 mar. 2021.

agora, a tecnologia para reciclar as baterias de íon de lítio usadas em carros elétricos”³⁰¹. Entre os riscos apresentados por esses metais, é possível citar o risco de incêndio e explosão do cádmio; risco de queimaduras por lítio; e envenenamento por mercúrio³⁰².

Todas as fases do ciclo de vida dos automóveis elétricos permitem melhoramentos e oportunidades de redução da emissão de gases de efeito estufa. A possibilidade da reutilização das baterias em estações de armazenamento de energia pode ser uma alternativa, mas não soluciona o problema, visto que algum momento elas necessitarão de uma destinação final ambientalmente adequada.

Quando descartados sem a intenção de reutilização, são denominados de lixo eletrônico, também conhecido como *e-waste*.³⁰³ Ante o exposto, considerando as baterias como a principal diferença entre os veículos movidos à combustão interna e os veículos elétricos, passará a ser analisado como o ordenamento jurídico brasileiro protege o meio ambiente e a saúde humana em relação ao pós-uso das baterias dos veículos elétricos.

³⁰¹ CHRISPIM, Mariana Cardoso; SOUZA, Jhonathan Fernandes Torres de; SIMÕES, André Felipe. Avaliação comparativa entre veículos elétricos e veículos convencionais no contexto de mitigação das mudanças climáticas. **Revista de gestão e sustentabilidade ambiental**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p.127-148, jan./mar. 2019. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6723. Acesso em: 16 jan. 2021.

³⁰² REIDLER, Nívea Maria Vega Longo; GÜNTHER, Wanda Maria Risso. Impactos sanitários e ambientais devido aos resíduos gerados por pilhas e baterias usadas. In: Congresso interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, XXVIII, 2002, Cancún. **Anais**. Cancún: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Reidler-Nivea-Maria/publication/266328401_IMPACTOS_SANITARIOS_E_AMBIENTALES_DEVIDO_AOS_RESIDUOS_GERADOS_POR_PILHAS_E_BATERIAS_USADAS/links/54e892d80cf27a6de10f13cd/IMPACTOS-SANITARIOS-E-AMBIENTALES-DEVIDO-AOS-RESIDUOS-GERADOS-POR-PILHAS-E-BATERIAS-USADAS.pdf. Acesso em: 10 mar. 2021.

³⁰³ BALDÉ, Kees; FORTI, Vanesa; GRAY, Vanessa; KUEHR, Ruediger; STEGMANN, Paul. The Global E-waste Monitor. **United Nations University; International Telecommunication Union; International Solid Waste Association**, Bonn; Geneva; Vienna, 2017. Disponível em: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Documents/GEM%202017/Global-E-waste%20Monitor%202017%20.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2021.

3. NORMAS AMBIENTAIS APLICÁVEIS AO PÓS-USO DAS BATERIAS ORIUNDAS DOS CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL

3.1. POLÍTICAS PÚBLICAS COMO MAXIMIZADORAS DO DIREITO FUNDAMENTAL AO MEIO AMBIENTE ECOLÓGICAMENTE EQUILIBRADO

Nas décadas de 1980 e 1990, testemunhou-se uma modificação das funções estatais, quando o Estado passou a concentrar seus esforços na regulação e não mais na prestação de serviços públicos.³⁰⁴ A função estatal de regulação ambiental pauta-se na cientificidade, ponderando os possíveis impactos que determinada atividade pode ocasionar. A regulação ambiental deve agir preventivamente e, também, *a posteriori*, quando da ocorrência do dano.³⁰⁵

A regulação estatal ambiental é ainda mais complexa, devido às incertezas que advieram com a sociedade risco, já que a todo momento certezas são refutadas por estudos mais recentes. Além disso, a multiplicidade de possíveis causas dos impactos ambientais dificulta a análise de como proceder. Desse modo, é necessária a combinação de diversos instrumentos regulatórios, entre eles a indução de novos padrões de comportamentos mais sustentáveis por meio de políticas públicas, corroborado com controle e uma fiscalização efetivos de atividades com impactos ambientais negativos.³⁰⁶

3.1.1. O que são Políticas Públicas

A Constituição Federal do Brasil traz consigo normas³⁰⁷ de direitos fundamentais que podem estar estabelecidas por meio de regras ou princípios. “Os direitos fundamentais representam um sistema uno, indivisível, interrelacionado e interdependente de regras e princípios, que vinculam todos os poderes do Estado”.³⁰⁸ O direito ao meio ambiente

³⁰⁴ FREITAS, Juarez; MOREIRA, Rafael Martins Costa. Regulação ambiental: controle de sustentabilidade. **Revista Jurídica FURB**, v. 24, n. 53, jan./abr.2020. p. 2. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/juridica/article/view/8457>. Acesso em: 02 dez. 2021.

³⁰⁵ FREITAS, Juarez; MOREIRA, Rafael Martins Costa. Regulação ambiental: controle de sustentabilidade. **Revista Jurídica FURB**, v. 24, n. 53, jan./abr.2020. p. 3. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/juridica/article/view/8457>. Acesso em: 02 dez. 2021.

³⁰⁶ FREITAS, Juarez; MOREIRA, Rafael Martins Costa. Regulação ambiental: controle de sustentabilidade. **Revista Jurídica FURB**, v. 24, n. 53, jan./abr.2020. p. 8. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/juridica/article/view/8457>. Acesso em: 02 dez. 2021.

³⁰⁷ As normas são expressões de modais deônticos (dever ser), podem exprimir uma proibição, uma permissão ou um dever. Cf.: ALEXY, Robert. **Teoria dos direitos fundamentais**. 2. ed. São Paulo: Malheiros, 2014. p. 55.

³⁰⁸ CRISTÓFORO, Pablo Gran. **Lei de Crimes Ambientais**: aquém e além da justa medida. 1 ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2017. p. 47.

ecologicamente equilibrado é um direito fundamental social, ou seja, de terceira dimensão. Portanto, cabe ao Estado proteger esse direito, ante a importância do bem jurídico.

Os direitos fundamentais no Brasil são considerados “Como uma categoria jurídica autônoma, dotada de um regime jurídico especial”.³⁰⁹ Compreendem tanto posições subjetivas, permitindo que o indivíduo exija determinadas condutas em face do sujeito passivo destinatário, como também confere, objetivamente, o dever de proteção e prestação Estatal.³¹⁰ A consideração do caráter objetivo dos direitos fundamentais como tais decorre da importância do bem jurídico que é protegido,³¹¹ significando que o Estado deve “Possibilitar o adequado e integral exercício das pretensões jurídicas jusfundamentais”.³¹² O Estado deve proteger, realizar e respeitar os direitos fundamentais independentemente de relação jurídica entre indivíduo e Estado.³¹³ Nas palavras de Jorge Reis Novais, a dimensão objetiva refere-se ao “Comportamento que das normas de direitos sociais resultam sempre para os poderes públicos”.³¹⁴

As políticas públicas estão relacionadas à dimensão objetiva dos direitos fundamentais sociais. Quando se fala em políticas públicas no sentido de uma dimensão objetiva de um direito fundamental, seu conteúdo não é propriamente o direito previsto constitucionalmente, mas o modo de maximizar a aplicação desse direito. Por isso, as políticas públicas são “mecanismos operacionais” para a garantia do direito.³¹⁵ As políticas públicas são uma autovinculação estatal, pois emanam da própria administração pública.³¹⁶

³⁰⁹ HACHEM, Daniel Wunder. A dupla titularidade (individual e transindividual) dos direitos fundamentais econômicos, sociais, culturais e ambientais. **Revista Direitos Fundamentais & Democracia (UniBrasil)**, v. 14, n. 14.1, Curitiba, UniBrasil, p. 618-688, ago./dez. 2013. p. 624.

³¹⁰ HACHEM, Daniel Wunder. A dupla titularidade (individual e transindividual) dos direitos fundamentais econômicos, sociais, culturais e ambientais. **Revista Direitos Fundamentais & Democracia (UniBrasil)**, v. 14, n. 14.1, Curitiba, UniBrasil, p. 618-688, ago./dez. 2013. p. 624.

³¹¹ HACHEM, Daniel Wunder. A dupla titularidade (individual e transindividual) dos direitos fundamentais econômicos, sociais, culturais e ambientais. **Revista Direitos Fundamentais & Democracia (UniBrasil)**, v. 14, n. 14.1, Curitiba, UniBrasil, p. 618-688, ago./dez. 2013. p. 633.

³¹² HACHEM, Daniel Wunder. A dupla titularidade (individual e transindividual) dos direitos fundamentais econômicos, sociais, culturais e ambientais. **Revista Direitos Fundamentais & Democracia (UniBrasil)**, v. 14, n. 14.1, Curitiba, UniBrasil, p. 618-688, ago./dez. 2013. p. 634.

³¹³ HACHEM, Daniel Wunder. A dupla titularidade (individual e transindividual) dos direitos fundamentais econômicos, sociais, culturais e ambientais. **Revista Direitos Fundamentais & Democracia (UniBrasil)**, v. 14, n. 14.1, Curitiba, UniBrasil, p. 618-688, ago./dez. 2013. p. 634.

³¹⁴ NOVAIS, Jorge Reis. **Direitos sociais: teoria jurídica dos direitos sociais enquanto direitos fundamentais**. Coimbra: Coimbra Editora, 2010. p. 46.

³¹⁵ VALLE, Vanice Regina Lírio do. **Políticas públicas, direitos fundamentais e controle judicial**. 2. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2016. p. 106.

³¹⁶ VALLE, Vanice Regina Lírio do. **Políticas públicas, direitos fundamentais e controle judicial**. 2. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2016. p. 138.

Para a criação de políticas públicas, são feitas análises dos problemas existentes e o melhor modo de solucioná-los. Assim, se trata de uma escolha de prioridades da administração pública que, quando não analisadas, podem gerar problemas, entre eles os relacionados ao orçamento, comprometendo o caixa da administração. Políticas públicas bem elaboradas relacionadas à implementação dos veículos elétricos no Brasil “Podem ajudar a superar outras limitações e mitigar ou prevenir quaisquer efeitos indesejados que podem surgir de uma implantação maior de EV” – sigla em inglês para veículos elétricos.³¹⁷

O descarte incorreto das baterias dos veículos elétricos seriam um dos efeitos indesejados que poderiam ser evitados por meio de políticas públicas. A Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) é um exemplo de política pública que maximiza o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado por meio da instituição de mecanismos para a destinação final ambientalmente adequada. Diante da sua importância no sistema jurídico brasileiro, a referida lei passará a ser abordada.

3.1.2. Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei n.º 12.305/2010)

Em 2010, a Lei n.º 12.305 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) visando “À gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos” (artigo 4º da Lei n.º 12.305/2010), é atualmente regulamentada pelo Decreto n.º 10.936/2022. Segundo Paulo de Bessa Antunes, “O principal objetivo da PNRS é a proteção da saúde pública. A inadequada disposição de resíduos gera inúmeros problemas de saúde pública.”³¹⁸

Entre os objetivos da PNRS, estão a “Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”; o incentivo ao desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, o incentivo à reciclagem e outros.³¹⁹ Para alcançar os objetivos dessa política, foram instituídos instrumentos, como os planos de resíduos sólidos (nacional, estadual, regional). Além disso, podem ser citadas

³¹⁷ THIEL, Christian; TSAKALIDIS, Anastasios; JÄGER-WALDAU, Arnulf. Will Electric Vehicles Be Killed (again) or Are They the Next Mobility Killer App?. **Energies**, Basileia, v. 13, n. 7, p. 1-10, abril de 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/7/1828>. Acesso em: 2 out. 2021.

³¹⁸ ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito ambiental**. 21 ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2020. [E-book]

³¹⁹ BRASIL. Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 dez. 2021.

alianças entre o poder público e o setor privado, visando o desenvolvimento de novas tecnologias sustentáveis e incentivos financeiros.³²⁰

A referida lei aborda o gerenciamento de resíduos sólidos, por meio da gestão integrada. Ou seja, no planejamento, são considerados aspectos econômicos, sociais, ambientais, culturais e sociais para que assim se alcance o desenvolvimento sustentável. Além disso, a Lei da PNRS introduz o conceito de “Padrões sustentáveis de produção e consumo” de bens e produtos, “De forma a atender as necessidades das atuais gerações e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras”.³²¹ Verifica-se que a lei também adota a preocupação com as gerações futuras na definição de sustentabilidade, conforme já abordado neste estudo.

Segundo a lei, resíduo sólido é “Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido”.³²² As baterias dos veículos elétricos são consideradas resíduos sólidos, estando sujeitos às disposições Lei 12.305/2010 e as definições nela contidas. Em relação às emissões relacionadas ao setor de resíduos no Brasil, são os sólidos que emitem mais gases causadores de efeito estufa e, em 2020, aumentou cerca de 20% a geração de resíduos sólidos.³²³

Os resíduos sólidos podem ser classificados quanto a origem e quanto a periculosidade. Em relação a esta última, são considerados resíduos perigosos aqueles que apresentem características de:

inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica.³²⁴

³²⁰ BRASIL. Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 dez. 2021.

³²¹ BRASIL. Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 dez. 2021.

³²² BRASIL. Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 dez. 2021.

³²³ OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil (1970-2020)**. 2021. p. 27. Disponível em: [https://energiaeambiente.org.br/produto/analise-das-emissoes-brasileiras-de-gases-de-efeito-estufa-e-suas-implicacoes-para-as-metas-climaticas-do-brasil-1970-2020#:~:text=Emiss%C3%B5es%20brasileiras%20no%20ano%20da%20pandemia&text=Foi%20de%209%2C5%25%20o,estufa%20no%20Brasil%20em%202020.&text=Veja%20detalhes%20no%20relat%C3%B3rio%20do%20Observat%C3%B3rio%20do%20Clima%20\(OC\)](https://energiaeambiente.org.br/produto/analise-das-emissoes-brasileiras-de-gases-de-efeito-estufa-e-suas-implicacoes-para-as-metas-climaticas-do-brasil-1970-2020#:~:text=Emiss%C3%B5es%20brasileiras%20no%20ano%20da%20pandemia&text=Foi%20de%209%2C5%25%20o,estufa%20no%20Brasil%20em%202020.&text=Veja%20detalhes%20no%20relat%C3%B3rio%20do%20Observat%C3%B3rio%20do%20Clima%20(OC)). Acesso em: 6 dez. 2021.

³²⁴ BRASIL. Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 dez. 2021.

Após a fabricação e o uso, o objeto necessita de uma destinação final ambientalmente adequada. Em se tratando de resíduo sólido, subsiste a possibilidade de aproveitamento por meio da reutilização, reciclagem, recuperação e outros. No entanto, quando se fala em rejeitos, não há possibilidade de reaproveitamento, devendo ser dada a disposição final ambientalmente adequada, “Observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, e a minimizar os impactos ambientais adversos”.³²⁵

Os geradores de resíduos perigosos devem elaborar um plano de gerenciamento de resíduos sólidos, observado o conteúdo mínimo do artigo 21 da PNRS. Ressalta-se que este plano integra o licenciamento ambiental do empreendimento ou atividade (artigo 24 da PNRS).³²⁶

A PNRS prevê a logística reversa como um instrumento para se alcançar o desenvolvimento sustentável. Para tanto, são necessários procedimentos que visem “A coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada”.³²⁷ Nos planos municipais de gestão de resíduos sólidos, no seu conteúdo básico, devem conter quais são os resíduos sólidos que são sujeitos a um gerenciamento específico (artigo 20) e aqueles que se submeterão ao sistema de logística reversa (artigo 33).³²⁸

Os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pilhas e baterias, bem como dos produtos eletroeletrônicos e seus componentes, devem implementar o sistema de logística reversa de seus produtos e tem responsabilidade compartilhada no “Recolhimento dos produtos e dos resíduos remanescentes após o uso, assim como sua subsequente destinação final ambientalmente adequada, no caso de produtos objeto de sistema de logística”³²⁹ (artigo 31). Estes sujeitos devem implementar o sistema de logística reversa de seus produtos de forma independente do serviço público de limpeza urbana (artigo 33 da PNRS).³³⁰

³²⁵ BRASIL. Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 dez. 2021.

³²⁶ BRASIL. Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 dez. 2021.

³²⁷ BRASIL. Lei Federal n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 dez. 2021.

³²⁸ BRASIL. Lei Federal n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 dez. 2021.

³²⁹ BRASIL. Lei Federal n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 dez. 2021.

³³⁰ BRASIL. Lei Federal n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 dez. 2021.

Decorrente dessa previsão legal, os indivíduos que são proprietários de veículos elétricos, após o fim da vida útil das baterias destes, devem efetuar a devolução das baterias aos fabricantes ou importadores. O mecanismo de devolução pode se dar por meio da compra da bateria usada, de postos de entrega, ou, ainda, por meio de parceria com cooperativas de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, além de outras medidas.³³¹

A lei da PNRS proíbe expressamente a disposição final das baterias em “Quaisquer corpos hídricos”, “*In natura* a céu aberto”, “Queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade” (artigo 47, PNRS).³³² A não observação do disposto na Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos em relação pode implicar na responsabilização penal prevista na Lei 9.605/1998 – Lei de Crimes Ambientais.

Visando auxiliar na “Coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final”,³³³ em 2008, foi editada a Resolução do CONAMA n.º 401. A aludida resolução dispõe sobre:

os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio e os critérios e padrões para o gerenciamento ambientalmente adequado das pilhas e baterias portáteis, das baterias chumbo-ácido, automotivas e industriais e das pilhas e baterias dos sistemas eletroquímicos níquel-cádmio e óxido de mercúrio.³³⁴

De acordo com esta norma, os fabricantes e importadores de baterias devem estar inscritos no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras dos Recursos Ambientais, bem como apresentar um plano de gerenciamento que aborde a destinação ambientalmente adequada, sendo um requisito para a obtenção da licença de importação. Prevê a normativa que as baterias automotivas também são abarcadas. Contudo,

³³¹ BRASIL. Lei Federal n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 dez. 2021.

³³² BRASIL. Lei Federal n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 16 fev. 2021.

³³³ BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.º 401, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 4 de novembro de 2008. **Diário Oficial**. Brasília, 2008. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fconama.mma.gov.br%2F%3Foption%3Dcom_sisconama%26task%3Darquivo.download%26id%3D570. Acesso em: 26 jan. 2022.

³³⁴ BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.º 401, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 4 de novembro de 2008. **Diário Oficial**. Brasília, 2008. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fconama.mma.gov.br%2F%3Foption%3Dcom_sisconama%26task%3Darquivo.download%26id%3D570. Acesso em: 26 jan. 2022.

não existe disposição específica para tais baterias como existe para as baterias de chumbo-ácido, níquel-cádmio e óxido de mercúrio. Elas não são sequer citadas as baterias de íons de lítio.³³⁵

Luiz Regis Prado aponta que, em relação aos resíduos sólidos, “O Direito Ambiental brasileiro positivado reflete a postura progressiva adotada pelo Estado em matéria de proteção ambiental que, infelizmente, não se constata na prática. O Brasil é o maior gerador de resíduo eletrônico na América do Sul. Porém, apenas uma pequena parcela é reciclada e não possui legislação específica.³³⁶ Diante desse cenário, faz-se necessário averiguar se as normativas internacionais podem auxiliar na destinação ambientalmente adequada das baterias dos veículos elétricos.

3.1.3. Outras alternativas de Políticas Públicas que podem auxiliar na destinação ambientalmente adequada das baterias dos veículos elétricos

Os veículos elétricos têm um grande potencial para a substituição dos veículos movidos a motor de combustão interna. Em relação aos VEs, as políticas públicas que podem ser desenvolvidas pelo poder público são de incentivos de produção; estímulo ao avanço científico-tecnológico; investimentos em infraestruturas; ou por meio de estímulo ao consumo dos veículos elétricos.³³⁷

Como já especificado, as baterias são a principal diferença entre os veículos com MCI e os elétricos. Para que os veículos elétricos sejam de fato uma alternativa melhor ambientalmente, são necessários investimentos na gestão desses resíduos, já que, com o aumento do consumo desse produto, também aumentará a quantidade de baterias, que necessitarão de uma disposição final ambientalmente adequada³³⁸. Cabe ao poder público,

³³⁵ BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n.º 401, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 4 de novembro de 2008. **Diário Oficial**. Brasília, 2008. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fconama.mma.gov.br%2F%3Foption%3Dcom_sisconama%26task%3Darquivo.download%26id%3D570. Acesso em: 26 jan. 2022.

³³⁶ FORTI, Vanesa; BALDÉ, Cornelis Peter; KUEHR, Ruediger; BEL, Garam. The Global E-waste Monitor 2020: quantities, flows and the circular economy potencial. **United Nations University (ONU); United Nations Institute for Training Research (UNIATAR) – co-hosted SCYCLE Programme International Telecommunication Union (ITU); International Solid Waste Association (ISWA)**, Bonn; Geneva; Rotterdam, 2020. Disponível em: <https://collections.unu.edu/view/UNU:7737#viewAttachments>. Acesso em: 19 mar. 2021.

³³⁷ CONSONI, Flávia Luciane Consoni; OLIVEIRA, Altair de; BARASSA, Edgar; MARTÍNEZ, Jenyfeer; MARQUES, Marcos de Carvalho; BERMÚDEZ, Tatiana Bermúdez. **Estudo de Governança e Políticas Públicas para Veículos Elétricos**. Projeto Sistemas de Propulsão Eficiente – PROMOB-e: Brasília, 2018. p. 13. Disponível em: <http://www.pnme.org.br/biblioteca/estudo-de-governanca-e-politicas-publicas-para-veiculos-eletricos/>. Acesso em: 17 jan. 2022.

³³⁸ AHUJA, Jyoti; DAWSON, Louis; LEE, Robert. A circular economy for electric vehicle batteries: driving the change. **Journal of Property, Planning and Environmental Law**, v. 12, n. 3, p. 235-250, 2020. p. 238.

também por meio de políticas públicas, maximizar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, estimulando a disposição final ambientalmente adequada.

O fim da vida das baterias dos veículos elétricos é delimitado quando estas chegam a 80% do estado de saúde. O estado de saúde das baterias refere-se “À quilometragem que um VE pode funcionar com uma bateria totalmente carregada”.³³⁹ A bateria do veículo elétrico alcança seu fim de vida quando, estando totalmente carregada, o veículo consegue deslocar-se 80% da quilometragem que deslocava inicialmente quando no início da vida. Isso ocorre com cerca de 8 a 10 anos.³⁴⁰

Quando chegam ao seu fim de vida, as baterias não estão aptas para prover a tração necessária ao veículo elétrico da mesma forma que inicialmente, mas podem ter uma segunda vida útil, seja por meio da reciclagem ou pelo reaproveitamento das baterias em outra função. Exemplos de utilização em uma segunda vida incluem o “Armazenamento de energia para energias renováveis de painéis solares e parques eólicos, energia residencial e de apoio ao público sistemas, e redes de distribuição e armazenamento de energia para o aquecedor elétrico”.³⁴¹

A economia circular pode oferecer alternativas para a gestão dos resíduos das baterias dos veículos elétricos, reduzindo possíveis impactos ambientais. A economia no mundo capitalista até então funcionou de forma linear – “extrair, consumir, descartar”.³⁴² De forma diferente, o pensamento da economia circular almeja mudar essa concepção, promovendo maior sustentabilidade ambiental e conjunto com crescimento econômico. “Uma economia que é circular procura manter os recursos em uso para que deles possa ser extraído o máximo valor e

Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPEL-02-2020-0011/full/html>. Acesso em: 18 jan. 2021.

³³⁹ CASALS, Lluc Canals; GARCÍA, Beatriz Amante; CREMADES, Lázaro V. Electric Vehicle Battery Reuse: Preparing for a Second Life. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v.10, n. 2, p. 266-285, 2017. p. 269. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317256668_Electric_Vehicle_Battery_Reuse_Preparing_for_a_Second_Life. Acesso em: 20 jan. 2021.

³⁴⁰ AHUJA, Jyoti; DAWSON, Louis; LEE, Robert. A circular economy for electric vehicle batteries: driving the change. **Journal of Property, Planning and Environmental Law**, v. 12, n. 3, p. 235-250, 2020. p. 238. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPEL-02-2020-0011/full/html>. Acesso em: 18 jan. 2021.

³⁴¹ ALAMEREW, Yohannes A.; BRISSAUD, Daniel. Modelling reverse supply chain through system dynamics for realizing the transition towards the circular economy: A case study on electric vehicle batteries. **Journal of Cleaner Production**, v. 254, p. 1-30, 2020. p. 6. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965262030072X?via%3Dihub>. Acesso em: 19 jan. 2021.

³⁴² COSENZA, José Paulo; ANDRADE, Eurídice; MENDES, Gardênia. Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 9., n. 1, p. 1-30, 2020. p. 4. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/geas/issue/view/853>. Acesso em: 25 jan. 2021.

o desperdício possa ser reduzido a um mínimo.”³⁴³ Com isso, podem ser evitadas degradações ambientais decorrentes da extração desenfreada dos materiais necessários para produção das baterias de íons de lítio, mantendo o crescimento econômico. Posterga-se a disposição final ambientalmente adequada como rejeito.

No ano de 2020, a União Europeia adotou “Um novo plano de ação para a economia circular” visando “Acelerar a transição para um modelo de crescimento regenerativo que restitua ao planeta mais do que lhe retira”.³⁴⁴ São instituídas estratégias para alcançar esse fim, divididas nos seguintes temas: concepção de produtos sustentáveis; capacitação dos consumidores, por meio de informação acerca dos produtos; e circularidade nos processos produtivos.³⁴⁵ Neste documento, as baterias e veículos ganharam tratamento específico e a pretensão é:

- Definir **regras sobre o teor reciclado** e tomar medidas para melhorar as **taxas de recolha e reciclagem de todas as baterias**, garantir a **valorização de materiais valiosos e informar os consumidores**;
- Abordar o problema das **baterias não recarregáveis** no intuito de eliminar gradualmente a sua utilização nos casos em que existam alternativas;
- Estabelecer **requisitos de sustentabilidade e transparência das baterias** que tenham em conta aspetos como a pegada de carbono do fabrico de baterias, o aprovisionamento responsável e a segurança do abastecimento de matérias-primas, e que promovam a reutilização, a reorientação e a reciclagem.³⁴⁶

A União Europeia pretende revisar as normativas relacionadas às baterias dos veículos elétricos, visando a diminuição da geração de resíduos, bem como reforçando a responsabilidade alargada dos produtores incentivando a reciclagem.³⁴⁷ Coadunando com este plano, a Diretiva 2006/66/CE da União Europeia já dispunha sobre os resíduos de pilhas e acumuladores, que não estão devidamente atualizados para abarcar as baterias de íons de lítio

³⁴³ AHUJA, Jyoti; DAWSON, Louis; LEE, Robert. A circular economy for electric vehicle batteries: driving the change. **Journal of Property, Planning and Environmental Law**, v. 12, n. 3, p. 235-250, 2020. p. 241. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPEL-02-2020-0011/full/html>. Acesso em: 18 jan. 2021.

³⁴⁴ EUROPA. Um novo Plano de Ação para a Economia Circular: Para uma Europa mais limpa e competitiva. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2020. p. 3. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>. Acesso em: 25 jan. 2022.

³⁴⁵ EUROPA. Um novo Plano de Ação para a Economia Circular: Para uma Europa mais limpa e competitiva. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2020. p. 3-8. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>. Acesso em: 25 jan. 2022.

³⁴⁶ EUROPA. Um novo Plano de Ação para a Economia Circular: Para uma Europa mais limpa e competitiva. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2020. p. 8-9. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>. Acesso em: 25 jan. 2022

³⁴⁷ EUROPA. Um novo Plano de Ação para a Economia Circular: Para uma Europa mais limpa e competitiva. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2020. p. 14. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>. Acesso em: 25 jan. 2022

dos veículos elétricos.³⁴⁸ De acordo com a referida diretiva, as baterias de íons de lítio dos veículos elétricos são tratadas como baterias industriais, não automotivas.³⁴⁹ Antes mesmo do Plano de Ação para a Economia Circular, a Diretiva 2006/66/CE já esboçava a preocupação com as baterias dos veículos, por meio da estipulação de metas de recolhimento para esses resíduos em seu artigo 10º.³⁵⁰

As possibilidades de aplicabilidade das baterias, mesmo após o fim de sua primeira vida, são amplas. O processo de sua remanufatura para uma segunda vida pode incluir a “Reutilização direta, desmontagem de módulos ou desmontagem de células”.³⁵¹ Após a remanufatura, a bateria poderá ser utilizada de diversos modos, dependendo do processo escolhido e do estado de saúde da bateria. Exemplificando: aplicações estacionárias, quando o nível de saúde estiver entre 88% e 75%.³⁵²

Jyoti Ahuja, Louis Dawson e Robert Lee sugerem uma remodelação do mercado, por meio da intervenção estatal, para adoção de “*servitization models*”³⁵³ em relação às baterias.³⁵⁴ Este modelo propõe que “O fabricante mantenha a propriedade da bateria, mesmo quando o

³⁴⁸ AHUJA, Jyoti; DAWSON, Louis; LEE, Robert. A circular economy for electric vehicle batteries: driving the change. **Journal of Property, Planning and Environmental Law**, v. 12, n. 3, p. 235-250, 2020. p. 243. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPEL-02-2020-0011/full/html>. Acesso em: 18 jan. 2021.

³⁴⁹ EUROPA. Diretiva (UE) n.º 66, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de setembro de 2006. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2006. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02006L0066-20180704>. Acesso em: 24 jan. 2021.

³⁵⁰ EUROPA. Diretiva (UE) n.º 66, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de setembro de 2006. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2006. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02006L0066-20180704>. Acesso em: 24 jan. 2021.

³⁵¹ CASALS, Lluc Canals; GARCÍA, Beatriz Amante; CREMADES, Lázaro V. Electric Vehicle Battery Reuse: Preparing for a Second Life. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v.10, n. 2, p. 266-285, 2017. p. 271. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317256668_Electric_Vehicle_Battery_Reuse_Preparing_for_a_Second_Life. Acesso em: 20 jan. 2021.

³⁵² CASALS, Lluc Canals; GARCÍA, Beatriz Amante; CREMADES, Lázaro V. Electric Vehicle Battery Reuse: Preparing for a Second Life. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v.10, n. 2, p. 266-285, 2017. p. 273. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317256668_Electric_Vehicle_Battery_Reuse_Preparing_for_a_Second_Life. Acesso em: 20 jan. 2021.

³⁵³ modelo empresarial comum em que as empresas fabricantes mantêm a propriedade dos ativos ao longo de sua vida útil, de modo que o uso ou a função de um produto seja vendido em vez do produto em si, com o cliente pagando para garantir a disponibilidade e a confiabilidade do serviço. (AHUJA, Jyoti; DAWSON, Louis; LEE, Robert. A circular economy for electric vehicle batteries: driving the change. **Journal of Property, Planning and Environmental Law**, v. 12, n. 3, p. 235-250, 2020. p. 237. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPEL-02-2020-0011/full/html>. Acesso em: 18 jan. 2021.)

³⁵⁴ AHUJA, Jyoti; DAWSON, Louis; LEE, Robert. A circular economy for electric vehicle batteries: driving the change. **Journal of Property, Planning and Environmental Law**, v. 12, n. 3, p. 235-250, 2020. p. 236. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPEL-02-2020-0011/full/html>. Acesso em: 18 jan. 2021.

consumidor for proprietário do restante do carro.”³⁵⁵ Por meio dessa alternativa, seria possível também diminuir o valor de mercado dos veículos elétricos, tornando-os mais competitivos em relação aos veículos movidos a combustão interna.³⁵⁶

O reaproveitamento das baterias em uma outra função levanta questões acerca de possíveis riscos decorrentes do uso incorreto das baterias na sua “Primeira vida”, como a utilização desta até ficar abaixo de 80% de seu potencial.³⁵⁷ O fato de as baterias dos veículos elétricos estarem com 80% de sua saúde não garante que o usuário irá fazer a devida manutenção, pois esse fato não interfere na segurança do veículo e, mesmo estando com 80% da saúde, a bateria pode atender as necessidades de seu usuário.³⁵⁸

Ainda, é importante salientar que uma segunda vida em função diversa da original poderia interromper o circuito de abastecimento, considerado um dos objetivos da economia circular. “Reciclagem direta, em vez de redirecionar, traria alguns desses materiais críticos de alta demanda de volta ao valor mais rápido.”³⁵⁹ No entanto, em 2019, a reciclagem formal e documentada foi de apenas 17,4% do lixo eletrônico gerado³⁶⁰, havendo a necessidade de mais investimentos nesse setor.

Diante desse horizonte de novas possibilidades, em 2017, foi lançada a *European Battery Alliance* (Aliança Europeia de Bateria), para aprimorar a tecnologia relacionada às baterias. Assim, a Europa pode se tornar competitiva no setor mundial das baterias. Esta aliança

³⁵⁵ AHUJA, Jyoti; DAWSON, Louis; LEE, Robert. A circular economy for electric vehicle batteries: driving the change. **Journal of Property, Planning and Environmental Law**, v. 12, n. 3, p. 235-250, 2020. p. 244. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPEL-02-2020-0011/full/html>. Acesso em: 18 jan. 2021.

³⁵⁶ AHUJA, Jyoti; DAWSON, Louis; LEE, Robert. A circular economy for electric vehicle batteries: driving the change. **Journal of Property, Planning and Environmental Law**, v. 12, n. 3, p. 235-250, 2020. p. 244. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPEL-02-2020-0011/full/html>. Acesso em: 18 jan. 2021.

³⁵⁷ AHUJA, Jyoti; DAWSON, Louis; LEE, Robert. A circular economy for electric vehicle batteries: driving the change. **Journal of Property, Planning and Environmental Law**, v. 12, n. 3, p. 235-250, 2020. p. 240. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPEL-02-2020-0011/full/html>. Acesso em: 18 jan. 2021.

³⁵⁸ CASALS, Lluc Canals; GARCÍA, Beatriz Amante; CREMADES, Lázaro V. Electric Vehicle Battery Reuse: Preparing for a Second Life. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 10, n. 2, p. 266-285, 2017. p. 269. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317256668_Electric_Vehicle_Battery_Reuse_Preparing_for_a_Second_Life. Acesso em: 20 jan. 2021.

³⁵⁹ AHUJA, Jyoti; DAWSON, Louis; LEE, Robert. A circular economy for electric vehicle batteries: driving the change. **Journal of Property, Planning and Environmental Law**, v. 12, n. 3, p. 235-250, 2020. p. 242. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPEL-02-2020-0011/full/html>. Acesso em: 18 jan. 2021.

³⁶⁰ FORTI, Vanesa; BALDÉ, Cornelis Peter; KUEHR, Ruediger; BEL, Garam. The Global E-waste Monitor 2020: quantities, flows and the circular economy potencial. **United Nations University (ONU); United Nations Institute for Training Research (UNIATAR) – co-hosted SCYCLE Programme International Telecommunication Union (ITU); International Solid Waste Association (ISWA)**, Bonn; Geneva; Rotterdam, 2020. Disponível em: <https://collections.unu.edu/view/UNU:7737#viewAttachments>. Acesso em: 19 mar. 2021.

abarca, inclusive, a reciclagem das baterias como fator importante³⁶¹. No mesmo caminho, o Departamento de Energia dos Estados Unidos apoia o Prêmio de Reciclagem de Baterias de Íons de Lítio³⁶², que visa:

incentivar os empresários americanos a desenvolver e demonstrar processos que, quando dimensionados, têm o potencial de capturar 90% de todas as baterias de lítio descartadas ou gastas nos Estados Unidos para eventual recuperação de materiais essenciais para reintrodução na cadeia de suprimentos dos EUA.³⁶³

A reciclagem é complexa, pois não há uma padronização do conteúdo e do design das baterias.³⁶⁴ Atualmente, a reciclagem da bateria de lítio, por exemplo, “Apresenta riscos em função da possibilidade de fogo e explosão”³⁶⁵. São usados, comumente, três tipos de processamentos: mecânico; hidrometalúrgico; e pirometalúrgico. Os compostos que são mais facilmente aproveitados na reciclagem são o cobre e o alumínio, presentes nas placas catódicas e anódicas. Além desses compostos, podem ser aproveitados o plástico, o lítio, o grafite e outros que possam ser encontrados devido às especificidades de cada tipo de bateria.³⁶⁶

Em um estudo realizado sobre a importância da reciclagem de cobre dos veículos elétricos, constatou-se que a reciclagem desse material reduz o consumo energético, principalmente de gás natural. Conforme os resultados, pode haver uma economia de 3.497.954 de MWh/ano (Megawatt por ano).³⁶⁷ Ademais:

³⁶¹ COMISSÃO EUROPEIA. **Statement by Vice-President for Energy Union Maroš Šefčovic following the high-level meeting on battery development and production in Europe**. 2017. Acesso em: 5 mar. 2021.

³⁶² ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Departamento de Energia. **Batteries for Hybrid and Plug-In Electric Vehicles**. Disponível em: https://afdc.energy.gov/vehicles/electric_batteries.html. Acesso em: 25 jan. 2021.

³⁶³ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Departamento de Energia. **Lithium-Ion Battery Recycling Prize**. Disponível em: <https://americanmadechallenges.org/batteryrecycling/>. Acesso em: 25 jan. 2021.

³⁶⁴ AHUJA, Jyoti; DAWSON, Louis; LEE, Robert. A circular economy for electric vehicle batteries: driving the change. **Journal of Property, Planning and Environmental Law**, v. 12, n. 3, p. 235-250, 2020. p. 236. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPEL-02-2020-0011/full/html>. Acesso em: 18 jan. 2021.

³⁶⁵ CASTRO, Carolina Pineda; CONSONI, Flávia L. Diagnóstico dos cenários de manejo ambiental do uso e disposição final de baterias de lítio de veículos elétricos. **Revista Científica E-Locução**, v. 1, n. 17, p. 439-457, 2020. Disponível em: <https://periodicos.faex.edu.br/index.php/e-Locucaao/article/view/252>. Acesso em: 30 dez. 2021.

³⁶⁶ ARANHA, Wesley Monteiro. **Caracterização de bateria recarregável de lítio de veículos híbridos visando sua reciclagem**. 2018. vi, 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (engenharia metalúrgica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10025547.pdf>. Acesso em 16 mar. 2021.

³⁶⁷ SILVA, Natan Felipe Silva Felipe; FERREIRA, Glaucia Katiuscia; REIS, Emerson Paulino; CASTRO, Daniel Enrique. A importância da reciclagem na sustentabilidade de carros elétricos. **Revista Conexão e Ciência**, v. 14, n. 3, p. 9-, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uniformg.edu.br:21011/ojs/index.php/conexaociencia/article/view/1044>. Acesso em: 27 de dezembro de 2021.

ao melhorar as práticas de coleta e reciclagem de lixo eletrônico no mundo todo, uma quantidade considerável de matérias-primas secundárias – preciosas, críticas e não críticas – poderia estar prontamente disponível para reentrar no processo de fabricação, reduzindo ao mesmo tempo a extração contínua de novos materiais.³⁶⁸

A destinação final ambientalmente adequada das baterias dos veículos elétricos dentro de uma economia circular é possível também no Brasil. Nessa perspectiva, a Itaipu Binacional possui um programa que deve ser incentivado, pois desenvolveu baterias para serem utilizadas nos carros elétricos totalmente recicláveis.³⁶⁹ O poder público pode colaborar com iniciativas como esta incentivando, por meio de políticas públicas, como a tributação ambiental com seu caráter extrafiscal dos impostos (artigo 145, I da Constituição Federal) e das Contribuições de Intervenção no Domínio Econômico (artigo 149 da Constituição Federal) a adoção dos veículos elétricos por uma parcela maior da sociedade e incentivar a reciclagem das baterias dos veículos elétricos. Tal conteúdo já é previsto na Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu artigo 44, que dispõe:

Art. 44. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, no âmbito de suas competências, poderão instituir normas com o objetivo de conceder incentivos fiscais, financeiros ou creditícios, respeitadas as limitações da Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal), a:
I - indústrias e entidades dedicadas à reutilização, ao tratamento e à reciclagem de resíduos sólidos produzidos no território nacional;
[...]³⁷⁰

Para tanto, devem ser observadas as competências tributárias de cada ente federativo previstas constitucionalmente e estar de acordo com o artigo 14 da Lei Complementar 101/2000. Ou seja, a concessão de incentivo ou benefício tributário que decorra da renúncia de receita “Deverá estar acompanhada da estimativa do impacto orçamentário-financeiro no exercício em que deva iniciar sua vigência e nos dois seguintes” e “Atender ao disposto na lei de diretrizes orçamentárias”³⁷¹

³⁶⁸ FORTI, Vanesa; BALDÉ, Cornelis Peter; KUEHR, Ruediger; BEL, Garam. The Global E-waste Monitor 2020: quantities, flows and the circular economy potencial. **United Nations University (ONU); United Nations Institute for Training Research (UNIATAR) – co-hosted SCYCLE Programme International Telecommunication Union (ITU); International Solid Waste Association (ISWA)**, Bonn; Geneva; Rotterdam, 2020. Disponível em: <https://collections.unu.edu/view/UNU:7737#viewAttachments>. Acesso em: 19 mar. 2021.

³⁶⁹ ITAIPU BINACIONAL. **Veículos elétricos**. Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br/tecnologia/veiculos-eletricos>. Acesso em: 12 fev. 2021.

³⁷⁰ BRASIL. Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 dez. 2021.

³⁷¹ BRASIL. Lei complementar n. 101, de 4 de maio de 2000. **Diário Oficial**, Brasília, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp101.htm. Acesso em: 7 jan. 2022.

Como observado, o Brasil possui políticas públicas que são aplicáveis ao gerenciamento dos resíduos sólidos proveniente das baterias dos veículos elétricos. Em caso de disposição final ambientalmente inadequada desses resíduos, é possível a caracterização de delitos previstos na Lei n.º 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais), bem como incorrer nas infrações administrativas previstas no Decreto n.º 6.514/2008.

3.2. POLUIÇÃO PELO DESCARTE INCORRETO DE BATERIAS: RESPONSABILIDADE ADMINISTRATIVA, CIVIL E PENAL

O direito ambiental atua de forma preventiva, reparatória e repressiva, e constitui um microsistema jurídico, norteado principalmente pela Constituição Federal e pela Lei da Política Nacional do Meio Ambiente – Lei n.º 6.938/1981. O artigo 225, §3º da Constituição Federal prevê que “As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados”.³⁷² Diante disso, passará a ser analisado como o direito pátrio tutela o meio ambiente, administrativamente, civilmente e penalmente, em face dos danos oriundos do descarte incorreto das baterias dos veículos elétricos.

3.2.1. Responsabilidade Administrativa

A competência administrativa ambiental dos entes da federação está prevista no artigo 23, incisos III, VI e VII da Constituição Federal, decorrente do poder de polícia.³⁷³ A Lei Complementar n.º 140/2011 trata da competência comum da União, estados e municípios nas ações administrativas em relação à proteção do meio ambiente.³⁷⁴ O artigo 3º, inciso III da referida lei dispõe que:

³⁷² BRASIL. Constituição Da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial**, Brasília, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 24 jan. 2022.

³⁷³ MILARÉ, Édis. **Direito do Ambiente**. 11 ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2018. p. 349. O artigo 70, § 2º da Lei 9.605/1998 dispõe que: “Qualquer pessoa, constatando infração ambiental, poderá dirigir representação às autoridades relacionadas no parágrafo anterior, para efeito do exercício do seu poder de polícia.” (BRASIL. Lei Federal n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial**, Brasília, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.)

³⁷⁴ BRASIL. Lei Complementar n.º 140, de 8 de dezembro de 2011. **Diário Oficial**, Brasília, 2011. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm. Acesso em: 27 jan. 2022.

Art. 3º Constituem objetivos fundamentais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, no exercício da competência comum a que se refere esta Lei Complementar:

[...]

III - harmonizar as políticas e ações administrativas para evitar a sobreposição de atuação entre os entes federativos, de forma a evitar conflitos de atribuições e garantir uma atuação administrativa eficiente.³⁷⁵

Diferentemente dos ilícitos penais, as infrações administrativas são impostas por órgãos ou entidades da administração pública³⁷⁶ e “Compete ao órgão responsável pelo licenciamento ou autorização, conforme o caso, [...] instaurar processo administrativo para a apuração de infrações à legislação ambiental cometidas”.³⁷⁷

A tutela administrativa do meio ambiente independe de prejuízo ambiental, bastando um comportamento contrário a norma, ou seja, uma conduta ilícita.³⁷⁸ Aquele que comete infração ambiental é infrator, mas não necessariamente um poluidor. A Lei de Crimes Ambientais, no seu capítulo VI, aborda a infração administrativa. Dispõe o artigo 70 da Lei n.º 9.605/1998, que “Considera-se infração administrativa ambiental toda ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente”.³⁷⁹ De acordo com Édis Milaré, trata-se de responsabilidade subjetiva, mas a culpa é presumida,³⁸⁰ e é possível afastar aquela por meio das excludentes de responsabilidade: “Força maior, caso fortuito ou fato de terceiro”.³⁸¹

O Decreto n.º 6.514/2008, regulamentado na Lei n.º 9.605/1998, “Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente”.³⁸² As sanções previstas vão desde multa simples até suspensão parcial ou total das atividades e restritiva de direitos. O Capítulo I, Seção III, Subseção III aborda as “Infrações Relativas à Poluição e outras Infrações Ambientais”. O

³⁷⁵ BRASIL. Lei Complementar n.º 140, de 8 de dezembro de 2011. **Diário Oficial**, Brasília, 2011. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm. Acesso em: 27 jan. 2022.

³⁷⁶ MILARÉ, Édis. **Direito do Ambiente**. 11 ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2018. p. 357.

³⁷⁷ BRASIL. Lei Complementar n.º 140, de 8 de dezembro de 2011. **Diário Oficial**, Brasília, 2011. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm. Acesso em: 27 jan. 2022.

³⁷⁸ MILARÉ, Édis. **Direito do Ambiente**. 11 ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2018. p. 355-364.

³⁷⁹ BRASIL. Lei Federal n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial**, Brasília, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

³⁸⁰ MILARÉ, Édis. **Direito do Ambiente**. 11 ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2018. p. 362.

³⁸¹ MILARÉ, Édis. **Direito do Ambiente**. 11 ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2018. p. 368.

³⁸² BRASIL. Decreto n.º 6.514, de 22 de julho 2008. **Diário Oficial**, Brasília, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm. Acesso em: 27 jan.2021.

descarte incorreto das baterias dos veículos elétricos pode acarretar as infrações administrativas previstas no artigo 61, 64 e 66 do Decreto n.º 6.514/2008.

O artigo 61 estabelece como infração administrativa, especificamente, “Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da biodiversidade”.³⁸³ Redação similar ao crime de poluição disposto no artigo 54 da Lei de Crimes Ambientais.

O artigo 64 do Decreto n.º 6.514/2008³⁸⁴ assemelha-se ao contido no artigo 56 da Lei de Crimes Ambientais – relacionado a “Armazenar, guardar, ter em depósito ou usar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou em seus regulamentos”. Poderá incidir nesta infração administrativa aquele que, por exemplo, deixar de cumprir o disposto na Resolução CONAMA n.º 401.³⁸⁵

O artigo 66 do Decreto n.º 6.514/2008 estabelece como infração a conduta de “Construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar estabelecimentos, atividades, obras ou serviços utilizadores de recursos ambientais, considerados efetiva ou potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes” ou, ainda, “em desacordo com a licença obtida ou contrariando as normas legais e regulamentos pertinentes”.³⁸⁶ O referido artigo possui redação semelhante ao crime previsto no artigo 60 da Lei de Crimes Ambientais.

3.2.2. Responsabilidade Civil

A responsabilidade civil cuida da reparação do dano que, “Na sociedade pós-industrial, marcada pela proliferação de riscos [as normas de responsabilidade civil], funcionam como

³⁸³ BRASIL. Decreto n.º 6.514, de 22 de julho 2008. **Diário Oficial**, Brasília, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm. Acesso em: 27 jan.2021.

³⁸⁴ “Art. 64. Produzir, processar, embalar, importar, exportar, comercializar, fornecer, transportar, armazenar, guardar, ter em depósito ou usar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou em seus regulamentos.” Cf.: BRASIL. Decreto n.º 6.514, de 22 de julho 2008. **Diário Oficial**, Brasília, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm. Acesso em: 27 jan. 2021.

³⁸⁵ BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n.º 401, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 4 de novembro de 2008. **Diário Oficial**. Brasília, 2008. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fconama.mma.gov.br%2F%3Foption%3Dcom_sisconama%26task%3Darchive.download%26id%3D570. Acesso em: 26 jan. 2022.

³⁸⁶ BRASIL. Decreto n.º 6.514, de 22 de julho 2008. **Diário Oficial**, Brasília, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm. Acesso em: 27 jan.2021.

mecanismos simultaneamente de regulação social e de tutela patrimonial da vítima”.³⁸⁷ A finalidade da indenização é o reestabelecimento do equilíbrio ecológico, previsto no artigo 225 da Constituição Federal.³⁸⁸ Destaca-se que, muito embora a responsabilidade civil prescindida de dano, não pode ser ignorada sua função preventiva.³⁸⁹

Ao contrário da regra do Código Civil Brasileiro (Lei n.º 10.406/2002), a responsabilidade civil ambiental é objetiva, nos termos do artigo 14, §1º da Lei n.º 6.938/1981³⁹⁰ e artigo 927, § único, do Código Civil.³⁹¹ Atualmente, com base no princípio da reparação integral do dano, vem se aplicando a teoria do risco integral que, diferentemente da teoria do risco criado, não admite excludentes de responsabilidade.³⁹² Para que haja a responsabilização civil do poluidor³⁹³, são pressupostos o evento danoso e o vínculo deste com a fonte poluidora, não importando se o dano se deu por meios lícitos ou ilícitos.³⁹⁴ Independentemente da existência de eventual licença para o exercício da atividade, ocorrendo o dano, subsiste o dever repará-lo.

Paulo Affonso Leme Machado assegura que são necessários dois requisitos para a caracterização da responsabilidade civil ambiental: “Primeiro, que haja a nítida caracterização do autor do dano, pois, do contrário, seria uma imputação arbitrária e não veraz. O segundo

³⁸⁷ MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente**. 11 ed. rev., atual. e amp. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2018. p. 428.

³⁸⁸ MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente**. 11 ed. rev., atual. e amp. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2018. p. 438.

³⁸⁹ MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 26 ed., rev., ampl. e atual. São Paulo: Malheiros, 2018. p. 435.

³⁹⁰ Artigo 14, §1º: Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente. Cf.: BRASIL. Lei Federal n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Diário Oficial**, Brasília, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em: 6 mar. 2021.

³⁹¹ Artigo 927: Aquele que, por ato ilícito (arts. 186 e 187), causar dano a outrem, fica obrigado a repará-lo. Parágrafo único. Haverá obrigação de reparar o dano, independentemente de culpa, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, risco para os direitos de outrem. Cf.: BRASIL. Lei 10.406, de 10 de janeiro de 2002. **Diário Oficial**, Brasília 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110406compilada.htm. Acesso em: 8 fev. 2022.

³⁹² MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente**. 11 ed. rev., atual. e amp. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2018. p. 444.

³⁹³ “A pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental” Cf.: BRASIL. Lei Federal n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Diário Oficial**, Brasília, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em: 6 mar. 2021.

³⁹⁴ MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente**. 11 ed. rev., atual. e amp. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2018. p. 439.

elemento é a identificação concreta do risco, que não pode cair no terreno da conjectura ou da mera suposição.”³⁹⁵

Responde civilmente pelos danos ambientais o poluidor, ou seja, “A pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental”.³⁹⁶ Machado acrescenta que “Poluidor direto é o que pratica a poluição de forma decisiva e principal”.³⁹⁷ Já o poluidor indireto, o entendimento do STJ é que “Equiparam-se quem faz, quem não faz quando deveria fazer, quem deixa fazer, quem não se importa que façam, quem financia para que façam, quem cala quando tinha o dever de denunciar, e quem se beneficia quando outros fazem”.³⁹⁸

Se a pessoa física ou jurídica descartar incorretamente as baterias dos veículos elétricos e este descarte venha a ocasionar um dano ambiental, seja ele no solo, água ou ar, advém a responsabilização civil. Quando a vítima for a coletividade, em se tratando de direito difuso, caberá ação civil pública (Lei n.º 7.347/1985) e o valor da condenação irá para um fundo gerido por um conselho federal ou por conselhos estaduais.³⁹⁹ Esta condenação não é atrelada à obrigação de reparação dos danos, no mesmo sentido de estabelecido artigo 225, §3º da Constituição Federal, devendo ser restabelecido o equilíbrio ecológico como era antes do dano.

Alguns autores defendem que o instituto da responsabilidade civil ambiental precisa ser revisto para abarcar danos futuros, sob a justificativa de que devido a existências de riscos imprevisíveis e incalculáveis oriundos da aqui denominada sociedade de risco, faz-se necessário que o direito também inclua a possibilidade de indenização por danos futuros.⁴⁰⁰ Por outro lado, Édis Milaré defende que “O risco abstrato ou incerto, ou que vem se chamando de dano ambiental futuro, está distante de poder ser administrado pelas regras do instituto da responsabilidade civil, uma vez que ele significa eventos invisíveis, incertos, de dimensões

³⁹⁵ MACHADO. Paulo Affonso Leme. STJ nexos causal na responsabilidade civil ambiental. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 14, n. 30, p. 351-371, set./dez. de 2017. <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/1224>. Acesso em: 14 fev. 2022.

³⁹⁶ BRASIL. Lei Federal n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Diário Oficial**, Brasília, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em: 6 mar. 2021.

³⁹⁷ MACHADO. Paulo Affonso Leme. STJ nexos causal na responsabilidade civil ambiental. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 14, n. 30, p. 351-371, set./dez. de 2017. <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/1224>. Acesso em: 14 fev. 2022.

³⁹⁸ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial n.º 1.186.130/RJ**, de 2 de dezembro de 2010. Disponível em: <https://scon.stj.jus.br/SCON/>. Acesso em: 14 fev. 2021.

³⁹⁹ BRASIL. Lei Federal n.º 7.343, de 24 de julho de 1985. **Diário Oficial**, Brasília, 1985. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17347orig.htm. Acesso em: 16 fev. 2022

⁴⁰⁰ MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente**. 11 ed. rev., atual. e amp. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2018. p. 435.

inimagináveis e inestimáveis”.⁴⁰¹ No mesmo sentido, Paulo Affonso Leme Machado aduz que “Proteção ambiental deve ser feita dentro das regras do Estado de Direito. Não será alargando, de forma desarrazoada a responsabilidade objetiva, sem provar concretamente o risco da atividade econômica, que será construída uma sociedade ecologicamente justa”.⁴⁰²

O Recurso Especial n.º 745.363/PR firmou o entendimento na corte superior de que a obrigação de reparação dos danos ambientais é *propter rem*.⁴⁰³ No entanto, há divergência doutrinária. Levanta-se a questão da incompatibilidade de institutos (responsabilidade civil e obrigações *propter rem*),⁴⁰⁴ decorrentes de uma estrutura e funcionalidade distintas. Na responsabilidade civil, ainda que objetiva, faz-se necessário a causalidade “Pois, ante a irrelevância da culpa enquanto fator de imputação, a causalidade assume o papel principal de aferição do elo de ligação entre o fato ou o ato prejudicial e o dano perpetrado”.⁴⁰⁵

3.2.3. Responsabilidade Penal

A tipificação de condutas lesivas a um bem jurídico deve observar os princípios norteadores do direito penal, como o princípio da intervenção mínima. Com isso, “O direito penal deveria atuar em *ultima ratio*, ainda que em uma sociedade de risco”.⁴⁰⁶ O direito penal apenas irá intervir “Na defesa de bens jurídicos imprescindíveis à coexistência pacífica dos homens, e que não podem ser eficazmente protegidos de outra forma”.⁴⁰⁷ A tutela jurídica de

⁴⁰¹ MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente**. 11 ed. rev., atual. e amp. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2018. p. 437.

⁴⁰² MACHADO, Paulo Affonso Leme. STJ nexos causal na responsabilidade civil ambiental. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 14, n. 30, p. 351-371, set./dez. de 2017. <http://revista.domholder.edu.br/index.php/veredas/article/view/1224>. Acesso em: 14 fev. 2022.

⁴⁰³ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial n.º 745.363/PR**, 20 de setembro de 2007. Disponível em: <https://scon.stj.jus.br/SCON/>. Acesso em: 8 fev. 2022.

⁴⁰⁴ “No contexto jurídico ambiental, seja doutrinário, seja jurisprudencial, à obrigação de reparar danos ambientais, decorrente da imposição da responsabilidade civil ambiental, tem sido atribuído, equivocadamente, o caráter *propter rem*.” Cf.: MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente**. 11 ed. rev., atual. e amp. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2018. p. 447.

⁴⁰⁵ CONTADIN, Eder Augusto; SOUZA, Eduardo. Dever ambiental *propter rem* e responsabilidade civil por dano ambiental – diferenciações necessárias. **Revista IBERC**, v. 2, n. 3, p. 01- 14, set/dez de 2019. Disponível em: <https://revistaiberc.responsabilidadecivil.org/iberc/article/view/88>. Acesso em: 14 fev. 2022.

⁴⁰⁶ SOBRINHO GRAZIANO, Sérgio Francisco; PEREIRA, Henrique Mioranza Koppe; RICARDO, Filipe Rocha. Intervenção mínima e a tutela penal-ambiental na sociedade de risco. In: SILVEIRA, Clóvis Eduardo Malinverni da (Org.). **Dano ambiental e gestão do risco: atualidades em jurisdição e políticas públicas**. Caxias do Sul, RS: Educus, 2016. p. 89. E-book.

⁴⁰⁷ PRADO, Luiz Regis. **Direito penal do ambiente: crimes ambientais (Lei 9.605/1998)**. 7. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019. p. 45. E-book.

bens, vale mencionar, é mutável, podendo variar de acordo com o momento histórico e a localidade geográfica.⁴⁰⁸

A seleção dos bens jurídicos a serem protegidos pelo direito penal atua, por meio de seu carácter fragmentário, como limitador da atuação estatal. Roxin conceitua bens jurídicos como “Circunstâncias reais dadas ou finalidades necessárias para uma vida segura e livre, que garantam todos os direitos humanos e civis de cada um na sociedade ou para o funcionamento de um sistema estatal que se baseia nestes objetivos”.⁴⁰⁹ O conceito de bem jurídico apresentado não se restringe aos bens jurídicos individuais, mas também aos bens jurídicos da coletividade, como é o caso do meio ambiente ecologicamente equilibrado.⁴¹⁰

A seleção dos bens jurídicos a serem protegidos se dá com base na Constituição Federal, que norteia todo o ordenamento jurídico e disciplina as bases do Estado Democrático de Direito. Nesse sentido, a tutela penal do meio ambiente está prevista desde a Constituição Federal, em seu artigo 225, §3º.⁴¹¹ Trata-se de um bem jurídico supraindividual e, para que o direito pudesse tutelar de forma mais adequada, seu tratamento é diferenciado.

Em relação ao bem jurídico meio ambiente, a “Tutela deve ser feita da forma mais adequada possível, não apenas objetivando a punição da conduta, mas, também, servindo de desestímulo aos novos comportamentos potencialmente lesivos ao meio ambiente”.⁴¹² No direito penal ambiental, a norma jurídica possui uma dupla função: preventiva e repressiva.⁴¹³ A função preventiva coaduna com a criação de tipos penais de perigo (concreto e abstrato), bem como as normas penais em branco.⁴¹⁴

As normas modernas do direito penal ambiental protegem bens jurídicos supraindividuais, porém, de forma antecipada, por meio dos crimes de perigo ou de perigo abstrato. Essa antecipação é fundamentada pela necessidade de proteção efetiva do bem jurídico

⁴⁰⁸ FIORILLO, Celso Antonio Pacheco; CONTE, Christiany Pegorari. **Crimes Ambientais**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2017. p. 21.

⁴⁰⁹ ROXIN, Claus. **A proteção de bens jurídicos como função do direito penal**. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2018. p. 18-19.

⁴¹⁰ Roxin também defende a proteção da sobrevivência das futuras gerações, justificada pela ampliação do contrato social para além dos seres vivos da atualidade. Cf.: ROXIN, Claus. **A proteção de bens jurídicos como função do direito penal**. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2018. p. 33.

⁴¹¹ “§ 3º As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.” Cf.: BRASIL. Constituição Da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial**, Brasília, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 24 jan. 2022.

⁴¹² FIORILLO, Celso Antonio Pacheco; CONTE, Christiany Pegorari. **Crimes Ambientais**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2017. p. 25.

⁴¹³ FIORILLO, Celso Antonio Pacheco; CONTE, Christiany Pegorari. **Crimes Ambientais**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2017. p. 13.

⁴¹⁴ FIORILLO, Celso Antonio Pacheco; CONTE, Christiany Pegorari. **Crimes Ambientais**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2017. p. 13-14.

protegido – o meio ambiente.⁴¹⁵ Os crimes de perigo podem ser classificados em concreto ou abstrato. No primeiro caso, decorre da análise do caso concreto. Já no segundo, o perigo decorre de uma determinação legal.⁴¹⁶

A Lei de Crimes Ambientais (Lei n.º 9.605/1998) é composta por diversas normas penais em branco, que são complementadas por meio de regulamentos municipais, estaduais e federais. Com o emprego da técnica das normas penais em branco na seara ambiental, se faz possível uma estabilidade no dispositivo principal.⁴¹⁷ Sobre o tema, Luiz Regis Prado explica que “A norma penal em branco é a única possibilidade de conseguir certeza e segurança jurídicas e, em consequência, de cumprir o princípio da legalidade.”⁴¹⁸ No entanto, deve-se ter cautela no momento da criação dos tipos penais para não ferir o princípio da legalidade.⁴¹⁹

Os tipos penais em branco são uma alternativa que possibilita a adequação rápida do direito às descobertas científicas – frequentemente questionadas na sociedade de risco –, sem a necessidade de um trâmite legislativo das leis ordinárias, mas dificulta a interpretação e aplicação das referidas normas. Segundo Celso Antônio Pacheco Fiorillo e Christiany Pegorari Conte, a complementariedade das normas penais em branco pode ensejar a alegação de erro de proibição⁴²⁰, previsto no artigo 21 do Código Penal.⁴²¹

As pessoas jurídicas são os maiores degradadores do meio ambiente, por meio do lançamento de resíduos sólidos, líquidos e gasosos que podem acarretar danos ao meio ambiente e, conseqüentemente, à vida do ser humano.⁴²² A responsabilização penal da pessoa jurídica, que era inicialmente prevista no artigo 225, §3º da Constituição Federal, foi regulamentada pela Lei de Crimes Ambientais. Os artigos 2º e 3º da Lei de Crimes Ambientais estabeleceram que tanto as pessoas físicas quanto as pessoas jurídicas podem ser responsabilizadas penalmente.

⁴¹⁵ ROXIN, Claus. **A proteção de bens jurídicos como função do direito penal**. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2018. p. 29.

⁴¹⁶ SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de direito ambiental**. 18. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2020. p. 908. E-book.

⁴¹⁷ PRADO, Luiz Regis. **Direito penal do ambiente: crimes ambientais (Lei 9.605/1998)**. 7. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019. p. 32. [E-book]

⁴¹⁸ PRADO, Luiz Regis. **Direito penal do ambiente: crimes ambientais (Lei 9.605/1998)**. 7. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019. p. 33. [E-book]

⁴¹⁹ Artigo 5º, inciso XXXIX, da Constituição Federal Brasileira: não há crime sem lei anterior que o defina, nem pena sem prévia cominação legal. Cf.: BRASIL. Constituição Da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial**, Brasília, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 24 jan. 2022.

⁴²⁰ FIORILLO, Celso Antonio Pacheco; CONTE, Christiany Pegorari. **Crimes Ambientais**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2017. p. 15.

⁴²¹ “Art. 21. O desconhecimento da lei é inescusável. O erro sobre a ilicitude do fato, se inevitável, isenta de pena; se evitável, poderá diminuí-la de um sexto a um terço.” Cf.: BRASIL. Decreto-lei n.º 2.848, de 7 de dezembro de 1940. **Diário Oficial**, Rio de Janeiro, 1940. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm. Acesso em: 24 jan. 2021.

⁴²² SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Tutela penal do meio ambiente**. 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2010. p. 87. E-book.

Segundo a previsão legal, a responsabilidade penal da pessoa jurídica não exclui a responsabilidade penal das pessoas físicas pelo mesmo fato.⁴²³

A possibilidade de responsabilizar penalmente a pessoa jurídica encontrou resistência por parte da doutrina. Paulo César Busato afirma que “Importa no fim da relutância da imposição de sanções penais às pessoas jurídicas, que compõem, sem dúvidas, um dos maiores focos de atividade criminosa do nosso tempo”.⁴²⁴ Celso Antônio Pacheco Fiorillo, na obra Crimes Ambientais, em conjunto com Christiany Pagorari Conte, posiciona-se a favor da imputabilidade penal da pessoa jurídica, “ainda que não se enquadre nos institutos clássicos do direito penal”.⁴²⁵

Luís Paulo Sirvinskas, em sua obra, diz que “O mundo passou por grandes transformações no fim do século XX. O direito, por sua vez, deve se adaptar às novas transformações para não ficar na contramão do desenvolvimento humano”.⁴²⁶ Nessa linha, Vladimir Passos de Freitas e Gilberto Passos de Freitas afirmam que somente a pessoa jurídica de direito privado poderia ser responsabilizada penalmente.⁴²⁷

Em sentido diverso, Luiz Regis Prado defende a manutenção da irresponsabilidade penal da pessoa jurídica para que, segundo ele, Se puna o “parasita social”, e não a “carapaça” que o recobre’.⁴²⁸ Sobre o tema, o Supremo Tribunal Federal já se posicionou em 2013, adotando a responsabilidade penal da pessoa jurídica, independente da individualização da pessoa física, afastando a teoria da dupla imputação.⁴²⁹ Em 2015, o Superior Tribunal de Justiça passou a seguir esse entendimento (Informativo 566).⁴³⁰

As baterias dos veículos elétricos podem ser aproveitadas em uma segunda vida, por meio da reciclagem, reutilização, ou outros instrumentos. No entanto, é possível que a destinação final dada ocasione danos ao meio ambiente e a saúde humana, principalmente

⁴²³ BRASIL. Lei Federal n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial**, Brasília, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

⁴²⁴ BUSATO, Paulo César. **Direito penal**: parte geral. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2020. p. 46. [E-book]

⁴²⁵ FIORILLO, Celso Antonio Pacheco; CONTE, Christiany Pegorari. **Crimes Ambientais**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2017. p. 33.

⁴²⁶ SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Tutela penal do meio ambiente**. 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2010. p. 90. E-book.

⁴²⁷ FREITAS, Vladimir Passos de; FREITAS, Gilberto Passos de. **Crimes contra a natureza**. 9 ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2012. p.73.

⁴²⁸ PRADO, Luiz Regis. **Direito penal do ambiente**: crimes ambientais (Lei 9.605/1998). 7 ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019. p. 93.

⁴²⁹ BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Recurso extraordinário**: RE 548.181 PR. Relatora: Ministra Rosa Weber. DJ: 05/8/2013. Disponível em: <http://portal.stf.jus.br/processos/detalhe.asp?incidente=2518801>. Acesso em: 18 mar. 2021.

⁴³⁰ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **INFORMATIVO 566 do STJ**, Brasília, 8 a 20 de agosto de 2015. Disponível em: <https://scon.stj.jus.br/SCON/SearchBRS?b=INFJ&tipo=informativo&livre=@COD=%270566%27>. Acesso em: 18 mar. 2021.

quando as pessoas físicas e jurídicas não são seguem as normativas existentes. É necessário verificar quais dispositivos da Lei n.º 9.605/1998 podem ser aplicados às baterias dos veículos elétricos quando descartadas.

3.2.3.1. Crime de poluição previsto no artigo 54 da Lei de Crimes Ambientais

O artigo 54 da Lei de Crimes Ambientais dispõe sobre o crime de poluição de forma genérica – “Causar poluição de qualquer natureza”.⁴³¹ Segundo a Lei n.º 6.938/1981, poluição é a “Degradação da qualidade ambiental” que resulta, direta ou indiretamente, de atividades que “Prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população”; “Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas”; “Afetem desfavoravelmente a biota”; “Afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente”; e/ou “Lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos”.⁴³²

A poluição pode ser classificada de diversas formas. Comumente, utiliza-se a classificação segundo o elemento danificado (ar, água, solo etc.), mas podem ser empregadas outras classificações quanto a origem da poluição. O referido artigo não traz consigo a especificação do tipo de poluição (hídrica, do solo, do ar, sonora ou térmica), abrangendo todas as suas formas.⁴³³

Não é toda alteração adversa que será tipificada pelo artigo 54 da referida lei, mas tão somente aquelas alterações que “Resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora”.⁴³⁴ Portanto, é imprescindível que exista lesão ou risco de dano aos bens jurídicos protegidos. Em relação à flora e a fauna, é um crime de resultado, já que o tipo penal exige a provocação de morte de animais ou a destruição significativa da flora. Já em relação à saúde humana, o crime pode ser de resultado ou de perigo concreto, ou seja, deve ser demonstrada a potencialidade de dano.⁴³⁵ Trata-se de um crime doloso, mas que admite a forma culposa no seu §1º.

⁴³¹ BRASIL. Lei Federal n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial**, Brasília, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

⁴³² BRASIL. Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Diário Oficial**, Brasília, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm Acesso em: 6 mar. 2021.

⁴³³ MILARÉ, Édis. **Direito do Ambiente**. 11 ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2018. p. 503.

⁴³⁴ BRASIL. Lei Federal n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial**, Brasília, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

⁴³⁵ PRADO, Luiz Regis. **Direito penal do ambiente: crimes ambientais (Lei 9.605/1998)**. 7. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019. p. 229. E-book.

Alguns doutrinadores, como o professor Luiz Regis Prado, criticam a redação do tipo penal do artigo 54 da Lei de Crimes Ambientais devido à amplitude de alguns termos. Como exemplo, está a definição do tipo “poluição de qualquer natureza”, que abrange todo e qualquer tipo de poluição, ferindo, com isso, o princípio da legalidade em sua vertente de determinação da lei penal.⁴³⁶ Luiz Regis Prado esclarece que não se pode tratar diferentes tipos de poluição de forma similar sob o manto do princípio da proporcionalidade.⁴³⁷

Outro termo utilizado na redação do tipo penal, previsto no artigo 54 da Lei de Crimes Ambientais, considerado indeterminado, é “em níveis tais” quando refere-se à quantidade de emissão de poluentes que podem ser suficientes para lesar ou provocar risco à saúde humana ou ao meio ambiente. Além disso, a indeterminação desse termo confere uma ampla discricionariedade ao julgador para decidir qual o grau de poluição seria suficientemente elevado para tipificação penal, ferindo o princípio da legalidade.⁴³⁸ Por fim, o termo “destruição significativa da flora”, da mesma forma, acarreta incerteza jurídica por não trazer parâmetros de análise da quantidade.⁴³⁹

O §2º, incisos I ao IV qualifica o crime de poluição pelo resultado. No caso do crime qualificado, somente subsiste a forma dolosa, visto que “Não tendo existido a intenção de praticar o crime, não se pode punir o agente pelo resultado”.⁴⁴⁰ Se o descarte de baterias ocasionar poluição hídrica e “Causar a interrupção do abastecimento público de água de uma comunidade”, a conduta pode ser qualificada pelo §2º do artigo 54, inciso III, por exemplo.

O inciso V do mencionado parágrafo qualifica, de forma diferente, pela origem da poluição. Os resíduos sólidos são uma das grandes preocupações da sociedade atual, visto que são diariamente produzidos em grandes quantidades. Trata-se de norma penal em branco, que não necessita de regulamentação para definição do que são resíduos sólidos, tema já abordado neste trabalho. O descarte incorreto das baterias dos veículos elétricos pode ocasionar a poluição do solo e da água. Esse descarte incorreto de baterias amolda-se à qualificadora do artigo 54, prevista no §2º, inciso V, que dispõe a respeito do crime quando “Ocorrer por

⁴³⁶ PRADO, Luiz Regis. **Direito penal do ambiente: crimes ambientais** (Lei 9.605/1998). 7. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019. p. 225. [E-book]

⁴³⁷ PRADO, Luiz Regis. **Direito penal do ambiente: crimes ambientais** (Lei 9.605/1998). 7. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019. p. 227. [E-book]

⁴³⁸ PRADO, Luiz Regis. **Direito penal do ambiente: crimes ambientais** (Lei 9.605/1998). 7. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019. p. 228. [E-book]

⁴³⁹ PRADO, Luiz Regis. **Direito penal do ambiente: crimes ambientais** (Lei 9.605/1998). 7. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019. p. 229. [E-book]

⁴⁴⁰ FREITAS, Vladimir Passos de; FREITAS, Gilberto Passos de. **Crimes contra a natureza**. 9 ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2012. p. 224.

lançamento de resíduos sólidos [...] em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos”.⁴⁴¹

O §3º traz a modalidade omissiva própria do crime de poluição, podendo, a depender do caso, ser aplicado em condutas que se relacionam ao descarte de baterias. O referido dispositivo estabelece que “Incorre nas mesmas penas previstas no parágrafo anterior quem deixar de adotar, quando assim o exigir a autoridade competente, medidas de precaução em caso de risco de dano ambiental grave ou irreversível”.⁴⁴² Este dispositivo não é de resultado, mas de risco de dano.⁴⁴³

3.2.3.2. Crime de abandono incorreto de produtos ou substâncias tóxicas, perigosas ou nocivas à saúde humana ou ao meio ambiente em desacordo com as normas

O artigo 56 da Lei de Crimes ambientais dispõe, precipuamente, sobre substâncias tóxicas ou perigosas à saúde humana ou ao meio ambiente. De acordo com a NBR 10.004, são considerados resíduos perigosos os resíduos que constam no anexo A e B ou, ainda, que apresentem característica de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.⁴⁴⁴ A Resolução nº 452/2012 do CONAMA também conceitua o que são resíduos perigosos como sendo aqueles que se enquadrem no anexo I, os que possuem características do anexo III ou listados nos anexos II e IV.⁴⁴⁵

No referido anexo II, constam como resíduos perigosos aqueles que tenham “Natureza explosiva que não estejam sujeitos a outra legislação”, “Compostos de cobre”, e “Compostos de cádmio”, entre outros.⁴⁴⁶ Já no anexo IV, consta uma lista de resíduos perigosos na qual está

⁴⁴¹ BRASIL. Lei Federal n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial**, Brasília, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

⁴⁴² BRASIL. Lei Federal n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial**, Brasília, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

⁴⁴³ PRADO, Luiz Regis. **Direito penal do ambiente: crimes ambientais (Lei 9.605/1998)**. 7. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019. p. 235. E-book.

⁴⁴⁴ BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR n.º 10.004, de 31 de junho de 2004. **ABNT**: Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fanaliticaqmcredutos.paginas.ufsc.br%2Ffiles%2F2014%2F07%2FNbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf&clen=495719>. Acesso em: 16 jan.2021.

⁴⁴⁵ BRASIL. Resolução n.º 452, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 2 de julho de 2012. **Diário Oficial**, Brasília, 2012. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fconama.mma.gov.br%2F%3Foption%3Dcom_sisconama%26task%3Darquivo.download%26id%3D656. Acesso em: 14 jan. 2021.

⁴⁴⁶ BRASIL. Resolução n.º 452, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 2 de julho de 2012. **Diário Oficial**, Brasília, 2012. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fconama.mma.gov.br%2F%3Foption%3Dcom_sisconama%26task%3Darquivo.download%26id%3D656. Acesso em: 14 jan. 2021.

presente resíduos que contenham ligas de metais, como chumbo, mercúrio, cádmio e resíduos não selecionados de baterias, “Excluindo misturas de baterias que aparecem unicamente na lista B. Resíduos de baterias não especificados na lista B e que contenham elementos do Anexo I em quantidade suficiente para torná-los perigosos”.⁴⁴⁷

A Resolução do Conama n.º 452/2012 faz referência à Convenção de Basileia ao citar a Lista B.⁴⁴⁸ A referida convenção, internalizada no direito pátrio por meio do Decreto n.º 875/1993, aborda o “Controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu depósito” diante dos riscos que tais resíduos podem ocasionar ao meio ambiente e saúde humana.⁴⁴⁹

As baterias elétricas possuem substâncias que são consideradas perigosas em seu interior, tais como cádmio, chumbo e cobre⁴⁵⁰, além do risco de explosão.⁴⁵¹ Portanto, o artigo 56, §1º, inciso II pode ser aplicado ao pós-uso das baterias dos veículos elétricos. Dispõe o referido parágrafo que incorre nas mesmas penas do caput aquele que “Manipula, acondiciona, armazena, coleta, transporta, reutiliza, recicla ou dá destinação final a resíduos perigosos de forma diversa da estabelecida em lei ou regulamento”.⁴⁵² Para a adequação da conduta ao tipo penal, é necessário que a conduta seja de forma diversa da estabelecida em lei ou regulamento, quais sejam Resolução do Conama n.º 452/2012 e Resolução Conama n.º 401/2008.

É um tipo misto alternativo, de forma que basta a conduta de um verbo nuclear do tipo para sua configuração. Este dispositivo foi alterado pela Lei n.º 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), que aumentou o rol de condutas delitivas abarcadas pelo referido

⁴⁴⁷ BRASIL. Resolução n.º 452, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 2 de julho de 2012. **Diário Oficial**, Brasília, 2012. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fconama.mma.gov.br%2F%3Foption%3Dcom_sisconama%26task%3Darquivo.download%26id%3D656](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D0875.htm#_blank). Acesso em: 14 jan. 2021.

⁴⁴⁸ Lista B refere-se “aos resíduos não cobertos pelo Artigo 1º, alínea “a” da Convenção de Basileia, a menos que contenham elementos do Anexo I em concentração tal que apresentem características do Anexo III”. Cf.: BRASIL. Resolução n.º 452, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 2 de julho de 2012. **Diário Oficial**, Brasília, 2012. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fconama.mma.gov.br%2F%3Foption%3Dcom_sisconama%26task%3Darquivo.download%26id%3D656](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D0875.htm#_blank). Acesso em: 14 jan. 2021.

⁴⁴⁹ BRASIL. Decreto n.º 875, de 19 de julho de 1993. **Diário Oficial**, Brasília, 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D0875.htm#_blank. Acesso em: 14 jan. 2021.

⁴⁵⁰ BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n.º 23, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 12 de dezembro de 1996. **Diário Oficial**, Brasília, 1997. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=414>. Acesso em: 27 jan. 2022.

⁴⁵¹ CASTRO, Carolina Pineda; CONSONI, Flávia L. Diagnóstico dos cenários de manejo ambiental do uso e disposição final de baterias de lítio de veículos elétricos. **Revista Científica E-Locução**, v. 1, n. 17, p. 439-457, 2020. Disponível em: <https://periodicos.faex.edu.br/index.php/e-Locucacao/article/view/252>. Acesso em: 30 dez. 2021.

⁴⁵² BRASIL. Lei Federal n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial**, Brasília, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

dispositivo. Ainda, no §3º do artigo 56, existe a previsão do crime culposo relacionado aos produtos ou substâncias tóxicas.

3.2.3.3. Reciclagem de baterias e o artigo 60 da Lei de Crimes Ambientais

O artigo 60 da Lei de Crimes Ambientais dispõe sobre o delito de “Construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funciona [...] estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, ou contrariando as normas legais e regulamentares pertinentes”.⁴⁵³ É um crime doloso.

Licenciamento é um procedimento administrativo para atividades potencialmente poluidoras.⁴⁵⁴ A licença ambiental estabelece “Condições, restrições e medidas de controle ambiental” para a atividade.⁴⁵⁵ Trata-se de instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei 6.938/1981. De acordo com a Resolução do CONAMA n.º 01/1986, as atividades de “Aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos” necessitam de licenciamento.⁴⁵⁶ Além disso, a Resolução CONAMA n.º 237/1997 estabelece que depósitos de resíduos perigosos também carecem de licenciamento.⁴⁵⁷

A sua primeira parte, “Sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes”, trata-se de elemento normativo do tipo e, em caso de haver a licença, a conduta é atípica em relação à esta primeira parte.⁴⁵⁸ Ainda assim, pode amoldar-se à segunda parte, “Contrariando as normas legais e regulamentares pertinentes” – norma penal em branco.⁴⁵⁹

Norma penal em branco, como já exposto alhures, é aquela que depende de leis e regulamentos para a verificação de sua tipicidade. A Resolução Conama n.º 401/2008 dispõe

⁴⁵³ BRASIL. Lei Federal n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial**, Brasília, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

⁴⁵⁴ BRASIL. Lei Federal n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Diário Oficial**, Brasília, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em: 6 mar. 2021.

⁴⁵⁵ BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n.º 237, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 19 de dezembro de 1997. **Diário Oficial**, Brasília, 1997. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf. Acesso em: 27 jan. 2022.

⁴⁵⁶ BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n.º 01, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 23 de janeiro de 1986. **Diário Oficial**, Brasília, 1986. Disponível em: <http://www.ima.al.gov.br/wizard/docs/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20N%C2%BA001.1986.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2022.

⁴⁵⁷ BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n.º 237, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 19 de dezembro de 1997. **Diário Oficial**, Brasília, 1997. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf. Acesso em: 27 jan. 2022.

⁴⁵⁸ FREITAS, Vladimir Passos de; FREITAS, Gilberto Passos de. **Crimes contra a natureza**. 9 ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2012. p. 251.

⁴⁵⁹ MILARÉ, Édís. **Direito do Ambiente**. 11 ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2018. p. 508.

sobre as normas de gerenciamento adequado de pilhas e baterias.⁴⁶⁰ A referida resolução, no primeiro dos considerandos, menciona “A necessidade de minimizar os impactos negativos causados ao meio ambiente pelo descarte inadequado de pilhas e baterias”, e é explícita ao mencionar, no art. 2º, inc. I, baterias e, no inc. IX, a imposição de destinação ambientalmente adequada.

Embora não tenha disposições específicas acerca das baterias de íons de lítio utilizadas nos veículos elétricos, em caso de descumprimento das normativas gerais, a conduta será típica, visto que, em seu artigo 1º, estabelece “Padrões para o gerenciamento ambientalmente adequado das pilhas e baterias portáteis, das baterias chumbo-ácido, *automotivas* e industriais” (grifo nosso).⁴⁶¹ Ou seja, as baterias dos veículos elétricos também não abrangidas por esta resolução, por serem baterias automotivas. Ademais, estabelecimentos que dão destinação final ambientalmente adequada para as baterias não podem, portanto, lançar a céu aberto, queimar a céu aberto, lançar em praias, manguezais etc., nos termos do artigo 22 da Resolução Conama n.º 401/2008.⁴⁶²

Caso a atividade potencialmente poluidora gere, posteriormente, poluição, amoldando-se ao artigo 54 da Lei de Crimes Ambientais, Renato Marcão defende que a conduta típica “Poderá se deslocar”.⁴⁶³ No entanto, defende-se que não se trata de um concurso aparente de leis⁴⁶⁴ que se resolva por meio da aplicação do critério da especialidade, subsidiariedade ou consunção. Ressalte-se que o artigo 54 não é especial em relação ao 60; não se trata de aplicação do critério da consunção, segundo o qual “Determinado crime (norma consumida) é fase de realização de outro (norma consuntiva) ou é uma regular forma de transição para o último”⁴⁶⁵. O crime previsto no artigo 60 não é uma fase obrigatória para a realização do crime de poluição

⁴⁶⁰ BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n.º 401, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 4 de novembro de 2008. **Diário Oficial**. Brasília, 2008. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fconama.mma.gov.br%2F%3Foption%3Dcom_sisconama%26task%3Darquivo.download%26id%3D570. Acesso em: 26 jan. 2022.

⁴⁶¹ BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n.º 401, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 4 de novembro de 2008. **Diário Oficial**. Brasília, 2008. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fconama.mma.gov.br%2F%3Foption%3Dcom_sisconama%26task%3Darquivo.download%26id%3D570. Acesso em: 26 jan. 2022.

⁴⁶² BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n.º 401, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 4 de novembro de 2008. **Diário Oficial**. Brasília, 2008. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fconama.mma.gov.br%2F%3Foption%3Dcom_sisconama%26task%3Darquivo.download%26id%3D570. Acesso em: 26 jan. 2022.

⁴⁶³ MARCÃO, Renato. **Crimes ambientais: anotações e interpretação jurisprudencial da parte criminal da Lei n. 9.605, de 12-2-1998**. 4 ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2018. p. 422.

⁴⁶⁴ “Verifica-se na situação em que várias leis são *aparentemente* aplicáveis a um mesmo fato, mas, na *realidade*, apenas uma tem incidência.” Cf.: PRADO, Luiz Regis. **Curso de Direito Penal Brasileiro**. 19 ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021. [E-book]

⁴⁶⁵ PRADO, Luiz Regis. **Curso de Direito Penal Brasileiro**. 19 ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021. E-book.

do artigo 54; e também não se aplica ao critério da subsidiariedade, visto que não se trata de uma tutela residual.⁴⁶⁶ Sustenta-se a ocorrência de concurso material, previsto no artigo 69 do Código Penal, pois trata-se de um agente que, “Mediante mais de uma ação ou omissão, pratica dois ou mais crimes”.⁴⁶⁷

3.2.3.4. Causa de aumento de pena, suspensão condicional da pena e do processo

Todos os crimes aqui abordados possuem penas mínimas igual ou inferior a um ano – artigos 54, 56 e 60 –, sendo possível a suspensão condicional do processo prevista no artigo 89 da Lei 9.099/1995, com modificações necessárias para aplicação estabelecidas no artigo 28 da Lei de Crimes Ambientais. Em relação aos crimes ambientais de menor potencial ofensivo - pena máxima não cominada superior a dois anos – a proposta de aplicação imediata de pena restritiva de direitos ou multa somente poderá ser formulada desde que haja a prévia composição do dano ambiental na esfera civil (artigo 27 da Lei de Crimes Ambientais).⁴⁶⁸

O artigo 58 da Lei de Crimes Ambientais dispõe sobre causas de aumento de pena dos crimes dolosos abordados (artigos 54, 56 e 60). Portanto, as penas serão aumentadas quando o crime resulta em “Dano irreversível à flora ou ao meio ambiente em geral”; “Lesão corporal de natureza grave em outrem” ou; “Se resultar a morte de outrem.”.⁴⁶⁹ Em caso de condenação por crime ambiental, se a pena privativa de liberdade não for superior a três anos, pode ser aplicada suspensão condicional da pena, nos termos do artigo 16 da Lei de Crimes Ambientais.⁴⁷⁰

⁴⁶⁶ PRADO, Luiz Regis. **Curso de Direito Penal Brasileiro**. 19 ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021. [E-book]

⁴⁶⁷ BRASIL. Decreto-lei n.º 2.848, de 7 de dezembro de 1940. **Diário Oficial**, Rio de Janeiro, 1940. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm. Acesso em: 24 jan. 2021

⁴⁶⁸ BRASIL. Lei Federal n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial**, Brasília, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

⁴⁶⁹ BRASIL. Decreto n.º 875, de 19 de julho de 1993. **Diário Oficial**, Brasília, 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D0875.htm#_blank. Acesso em: 14 jan. 2021.

⁴⁷⁰ BRASIL. Lei Federal n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial**, Brasília, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos motivos pelos quais a utilização dos veículos elétricos não prosperou no início, decaindo com o advento do século XX, foi a ausência de infraestrutura de carregamento necessária. Nesta situação, além de incentivos financeiros, são necessários investimentos em postos de carregamento em locais públicos, para que o consumidor se sinta confiante ao utilizar um veículo elétrico. As normas da União Europeia são um exemplo de como deve ser incentivada a utilização dos veículos elétricos, principalmente a Diretiva n.º 94 de 2014. Portugal, ao regulamentar o tema, além de incentivar investimentos públicos e privados em infraestrutura, também promove subvenções financeiras diretas e indiretas.

Analisando as normas relacionadas aos veículos elétricos nas últimas duas décadas no Brasil, constata-se que não existe uma atuação a nível federal efetiva que verse sobre o desenvolvimento do mercado de veículos elétricos. Existiram algumas iniciativas durante esse período, como é o caso do Programa INOVAR-AUTO e o da Itaipu Binacional. Contudo, historicamente, programas como estes são temporários e não chegam a um nível de maturação suficiente para influenciar todo o país. Embora existam legislações Estaduais relacionadas à isenção ou diminuição do IPVA, elas não se mostram suficientes para fomentar a utilização dos veículos elétricos no Brasil, havendo a necessidade de integração por meio da atuação do Governo Federal em conjunto com o setor privado.

Os veículos elétricos podem colaborar para a diminuição na emissão dos gases causadores do efeito estufa. Mas o governo brasileiro precisa definir quais são suas metas relacionadas aos veículos elétricos e como pretende alcançá-las, traçando estratégias. As políticas públicas mais comuns associadas aos veículos elétricos são relacionadas à infraestrutura e incentivos ao consumo. Boas práticas governamentais e a regulamentação dos veículos elétricos podem colaborar para o aumento da comercialização e utilização destes, impactando e modificando eventuais pré-conceitos negativos que recaiam sobre eles.

Incentivar ou não a adoção dos veículos elétricos é uma escolha que deve ser estudada e debatida, ambicionando alcançar o desenvolvimento sustentável. Este termo não deve ser utilizado de forma leviana. É um objetivo que deve ser buscado em todo o ciclo de vida do produto ou serviço, ponderando o crescimento e os possíveis danos ambientais e sociais futuros. Diante da diversidade de elementos que compõem o desenvolvimento, não é adequado que seja dada importância apenas a um deles. O desenvolvimento não se reduz apenas a aspectos econômicos e a solução para se alcançar o desenvolvimento também não.

Os estados que optarem por incentivar este modal de transporte devem estar atentos aos possíveis impactos ambientais futuros das baterias dos veículos elétricos, principal diferença entre estes e os veículos movidos a motor de combustão interna. Foi com essa preocupação que buscou-se verificar qual o tratamento jurídico brasileiro aplicável às baterias dos veículos elétricos em fim de vida.

No Brasil, existem normativas que podem ser aplicadas às baterias dos veículos elétricos, como é o caso da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, que estabelece a obrigatoriedade da logística reversa das baterias e proíbe a disposição delas em corpos hídricos e a céu aberto. No entanto, não especifica qual destinação deve ser dada, deixando isso sob responsabilidade dos fabricantes e importadores, por meio do plano de gerenciamento desses resíduos. Para que sejam evitados eventuais efeitos negativos decorrentes da adoção em massa, como a poluição decorrente do descarte incorreto de baterias, faz-se necessária a existência de dispositivos específicos em relação as baterias dos veículos elétricos.

Por meio do novo Plano de Ação para a Economia Circular, a União Europeia deu um passo para um tratamento específico das baterias elétricas no âmbito da economia circular. Esta encontra-se além da mera gestão de resíduos sólidos contida na Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Trata-se de uma mudança de paradigma no sistema produtivo, por meio de adoção de técnicas e tecnologia que permitam um melhor aproveitamento dos componentes dos produtos após o fim da sua primeira vida. No Brasil, desde 2010, está presente na legislação a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, mas a economia circular ainda está longe de ser efetivada. Em relação às baterias dos veículos elétricos, são necessários investimentos visando fomentar medidas que proporcionem a circularidade, como a reciclagem e investimento no desenvolvimento de tecnologias que favoreçam o reaproveitamento de seus componentes.

O ideal seria sempre conseguir reaproveitar e não gerar rejeitos que necessitem de disposição final. Porém, eventualmente haverá a necessidade de disposição final ambientalmente adequada dos componentes das baterias dos veículos elétricos. Caso isso não ocorra, as pessoas físicas ou jurídicas podem incorrer nos crimes previstos na Lei 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais), especificamente nos dispositivos 54, inciso V; artigo 56, § inciso I e II e; artigo 60. De forma independente, existem sanções administrativas, decorrentes do poder de polícia estatal, previstas nos artigos 61, 64 e 66 do Decreto n.º 6.514/2018, que também podem ser aplicáveis.

Por fim, conclui-se que, devido à possibilidade de os veículos elétricos serem uma melhor alternativa, se comparados aos veículos convencionais movidos a combustão interna, é mister a regulamentação que aborde especificamente todos os pontos aqui levantados. Desse

modo, o novo modal pode contribuir para um futuro no qual desenvolvimento e sustentabilidade não sejam termos contraditórios.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **Global EV Outlook 2020: Entering the decade of electric drive?**. Paris: IEA, 2020. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>. Acesso em: 14 mar. 2021.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **Global EV Outlook 2021: Accelerating ambitions despite the pandemic**. IEA: Paris, 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>. Acesso em: 2 out. 2021.

AHUJA, Jyoti; DAWSON, Louis; LEE, Robert. A circular economy for electric vehicle batteries: driving the change. **Journal of Property, Planning and Environmental Law**, v. 12, n. 3, p. 235-250, 2020. p. 238. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPEL-02-2020-0011/full/html>. Acesso em: 18 jan. 2021.

ALAMEREW, Yohannes A.; BRISSAUD, Daniel. Modelling reverse supply chain through system dynamics for realizing the transition towards the circular economy: A case study on electric vehicle batteries. **Journal of Cleaner Production**, v. 254, p. 1-30, 2020. p. 6. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965262030072X?via%3Dihub>. Acesso em: 19 jan. 2021.

ALEXY, Robert. **Teoria dos direitos fundamentais**. 2. ed. São Paulo: Malheiros, 2014.

ALMEIDA, Mislene Aparecida de et al. Destinação do lixo eletrônico: impactos ambientais causados pelos resíduos tecnológicos. **Revista científica e-locução**, v. 1, n. 07, p. 56-72, jun. 2015. Disponível em: <http://periodicos.faeu.edu.br/index.php/e-Locucão/article/view/43>. Acesso em 11 jun. 2020.

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito ambiental**. 21 ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2020. [E-book]

ARANHA, Wesley Monteiro. **Caracterização de bateria recarregável de lítio de veículos híbridos visando sua reciclagem**. 2018. vi, 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (engenharia metalúrgica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10025547.pdf>. Acesso em 16 mar. 2021.

ARARAQUARA. **Híbrido Etanol: Sistema pode tornar Brasil protagonista no combustível sustentável**. 2021. Disponível em: <http://www.araraquara.sp.gov.br/noticias/2021/setembro/23/hibrido-etanol-sistema-pode-tornar-brasil-protagonista-no-combustivel-sustentavel>. Acesso em: 15 jan. 2021.

ARGENTINA. Decreto n.º 331, de 11 de maio de 2017. **Diário Oficial**, Buenos Aires, 2017. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-331-2017-274610/actualizacion>. Acesso em: 20 de nov. 2021.

ARGENTINA. Decreto n.º 617, de 9 de outubro de 2021. **Diário Oficial**, Buenos Aires, 2021. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-617-2021-354040/texto>. Acesso em: 20 de nov. 2021.

ARGENTINA. Resolução n.º 610, de 27 de setembro de 2021 da Secretaria da Indústria, Economia do Conhecimento e Gestão Comercial Externa do Ministério do Desenvolvimento Produtivo. **Diário Oficial**, Buenos Aires, 2021. Disponível em: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/250145/20210928>. Acesso em: 20 nov. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. **2020**: o melhor ano da eletromobilidade no Brasil. 15 jan. 2021. Disponível em: <http://www.abve.org.br/2020-o-melhor-ano-da-eletromobilidade-no-brasil/>. Acesso em: 22 set. 2021.

BALDÉ, Kees; FORTI, Vanesa; GRAY, Vanessa; KUEHR, Ruediger; STEGMANN, Paul. The Global E-waste Monitor. **United Nations University; International Telecommunication Union; International Solid Waste Association**, Bonn; Geneva; Vienna, 2017. Disponível em: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Documents/GEM%202017/Global-E-waste%20Monitor%202017%20.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2021.

BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil**: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade. 2012. vi, 124 f. Tese (Doutorado em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2020.

BECK, Ulrich. **A sociedade de risco mundial**: em busca da segurança perdida. Lisboa: Edições 70, 2015.

BECK, Ulrich; GIDDENS, Anthony; LASH, Scott. **Modernização reflexiva**: política, tradição e estética na ordem social moderna. 2 ed. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade**: O que é – O que não é. 5 ed., revisada e ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR n.º 10.004, de 31 de junho de 2004. **ABNT**: Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fanaliticaqmresiduos.paginas.ufsc.br%2Ffiles%2F2014%2F07%2FNbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf&clen=495719>. Acesso em: 16 jan.2021.

BRASIL. Constituição Da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial**, Brasília, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 24 jan. 2022.

BRASIL. Decreto n.º 6.514, de 22 de julho 2008. **Diário Oficial**, Brasília, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm. Acesso em: 27 jan.2021.

BRASIL. Decreto n.º 875, de 19 de julho de 1993. **Diário Oficial**, Brasília, 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D0875.htm#_blank. Acesso em: 14 jan. 2021.

BRASIL. Decreto-lei n.º 2.848, de 7 de dezembro de 1940. **Diário Oficial**, Rio de Janeiro, 1940. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm. Acesso em: 24 jan. 2021

BRASIL. Lei 10.406, de 10 de janeiro de 2002. **Diário Oficial**, Brasília 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110406compilada.htm. Acesso em: 8 fev. 2022.

BRASIL. Lei complementar n.º 101, de 4 de maio de 2000. **Diário Oficial**, Brasília, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp101.htm. Acesso em: 7 jan. 2022.

BRASIL. Lei Complementar n.º 140, de 8 de dezembro de 2011. **Diário Oficial**, Brasília, 2011. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm. Acesso em: 27 jan. 2022.

BRASIL. Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial**, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 dez. 2021.

BRASIL. Lei Federal n.º 12.587, de 3 janeiro de 2012. **Diário Oficial**. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm. Acesso em: 22 set. 2021.

BRASIL. Lei Federal n.º 12.715, de 17 de setembro de 2012. **Diário Oficial**, Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112715.htm. Acesso em: 22 set. 2021.

BRASIL. Lei Federal n.º 13.755, 10 de dezembro de 2018. **Diário Oficial**, Brasília, 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13755.htm. Acesso em: 22 set. 2021.

BRASIL. Lei Federal n.º 14.182, de 12 de julho de 2021. **Diário Oficial**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.182-de-12-de-julho-de-2021-331549377>. Acesso em: 8 dez. 2021.

BRASIL. Lei Federal n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Diário Oficial**, Brasília, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 6 mar. 2021.

BRASIL. Lei Federal n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Diário Oficial**, Brasília, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 6 mar. 2021.

BRASIL. Lei Federal n.º 7.343, de 24 de julho de 1985. **Diário Oficial**, Brasília, 1985. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7347orig.htm. Acesso em: 16 fev. 2022

BRASIL. Lei Federal n.º 8.723, de 28 de outubro de 1993. **Diário Oficial**, Brasília, 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8723.htm. Acesso em: 22 set. 2021.

BRASIL. Lei Federal n.º 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Diário Oficial**, Brasília, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503compilado.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

BRASIL. Lei Federal n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial**, Brasília, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Apresentação da Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil perante o Acordo de Paris**. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/mre/pt-br/canais_atendimento/imprensa/notas-a-imprensa/2020/apresentacao-da-contribuicao-nacionalmente-determinada-do-brasil-perante-o-acordo-de-paris. Acesso em: 22 set. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente . **Poluentes atmosféricos**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos.html>. Acesso em: 3 dez. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente . Resolução n.º 01, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 23 de janeiro de 1986. **Diário Oficial**, Brasília, 1986. Disponível em: <http://www.ima.al.gov.br/wizard/docs/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20N%C2%BA001.1986.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente . Resolução n.º 23, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 12 de dezembro de 1996. **Diário Oficial**, Brasília, 1997. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=414>. Acesso em: 27 jan. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente . Resolução n.º 237, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 19 de dezembro de 1997. **Diário Oficial**, Brasília, 1997. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf. Acesso em: 27 jan. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente . Resolução n.º 401, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 4 de novembro de 2008. **Diário Oficial**. Brasília, 2008. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fconama.mma.gov.br%2F%3Foption%3Dcom_sisconama%26task%3Darquivo.download%26id%3D570. Acesso em: 26 jan. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente . Resolução n.º 415, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 24 de setembro de 2009. **Diário Oficial**. Brasília, 2009. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema>. Acesso em: 3 dez. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n.º 452, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 2 de julho de 2012. **Diário Oficial**, Brasília, 2012. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fconama.mma.gov.br%2F%3Foption%3Dcom_sisconama%26task%3Darquivo.download%26id%3D656. Acesso em: 14 jan. 2021.

BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei n.º 454/2017**. Altera a Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/131656>. Acesso em: 22 set. 2021.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial n.º 1.186.130/RJ**, de 2 de dezembro de 2010. Disponível em: <https://scon.stj.jus.br/SCON/>. Acesso em: 14 fev. 2021.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial n.º 745.363/PR**, 20 de setembro de 2007. Disponível em: <https://scon.stj.jus.br/SCON/>. Acesso em: 8 fev. 2022.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **INFORMATIVO 566 do STJ**, Brasília, 8 a 20 de agosto de 2015. Disponível em: <https://scon.stj.jus.br/SCON/SearchBRS?b=INFJ&tipo=informativo&livre=@COD=%270566%27>. Acesso em: 18 mar. 2021.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Recurso extraordinário**: RE 548.181 PR. Relatora: Ministra Rosa Weber. DJ: 05/8/2013. Disponível em: <http://portal.stf.jus.br/processos/detalhe.asp?incidente=2518801>. Acesso em: 18 mar. 2021.

BUSATO, Paulo César. **Direito penal**: parte geral. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2020. E-book.

CALDAS, Márcia Vieira de Alencar; VEIGA-NETO, Alípio Ramos; GUIMARÃES, Luciana Gondim de Almeida; CASTRO, AHIRAM BRUNNI CARTAXO DE; PEREIRA, Glauber Ruan Barbosa. Greenwashing in environmental marketing strategy in the Brazilian furniture market. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59, n. 3, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/LdZzYgps8hCqfhh4scHRtxN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 27 jan. 2021

CASALS, Lluç Canals; GARCÍA, Beatriz Amante; CREMADES, Lázaro V. Electric Vehicle Battery Reuse: Preparing for a Second Life. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v.10, n. 2, p. 266-285, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317256668_Electric_Vehicle_Battery_Reuse_Preparing_for_a_Second_Life. Acesso em: 20 jan. 2021.

CASTRO, Carolina Pineda; CONSONI, Flávia L. Diagnóstico dos cenários de manejo ambiental do uso e disposição final de baterias de lítio de veículos elétricos. **Revista e-locução**, v. 1, n. 17, p. 439-457, 10 jul. 2020. Disponível em: <https://periodicos.fae.edu.br/index.php/e-Locucão/article/view/252>. Acesso em: 30 dez. 2021.

CEARÁ. Lei Estadual n.º 12.023, de 20 de novembro de 1992. **Diário Oficial**, Fortaleza, 1992. Disponível em: <https://www.al.ce.gov.br/legislativo/tramitando/lei/12023.htm>. Acesso em: 22 set. 2021.

CHRISPIM, Mariana Cardoso; SOUZA, Jhonathan Fernandes Torres de; SIMÕES, André Felipe. Avaliação comparativa entre veículos elétricos e veículos convencionais no contexto de mitigação das mudanças climáticas. **Revista de gestão e sustentabilidade ambiental**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p.127-148, jan./mar. 2019. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6723. Acesso em: 16 jan. 2021.

COMISSÃO EUROPEIA. **Statement by Vice-President for Energy Union Maroš Šefčovic following the high-level meeting on battery development and production in Europe.** 2017. Acesso em: 5 mar. 2021.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Relatório de Brundtland “Nosso futuro comum”.** Disponível em: <https://www.inbs.com.br/ead/Arquivos%20Cursos/SANeMeT/RELAT%23U00d3RIO%20BRUNDTLAND%20%23U201cNOSSO%20FUTURO%20COMUM%23U201d.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2021.

CONSONI, Flávia Luciane Consoni; OLIVEIRA, Altair de; BARASSA, Edgar; MARTÍNEZ, Jenyfeer; MARQUES, Marcos de Carvalho; BERMÚDEZ, Tatiana Bermúdez. **Estudo de Governança e Políticas Públicas para Veículos Elétricos.** Projeto Sistemas de Propulsão Eficiente – PROMOB-e: Brasília, 2018. p. 13. Disponível em: <http://www.pnme.org.br/biblioteca/estudo-de-governanca-e-politicas-publicas-para-veiculos-eletricos/>. Acesso em: 17 jan. 2022.

CONTADIN, Eder Augusto; SOUZA, Eduardo. Dever ambiental *propter rem* e responsabilidade civil por dano ambiental – diferenciações necessárias. **Revista IBERC**, v. 2, n. 3, p. 01- 14, set/dez de 2019. Disponível em: <https://revistaiberc.responsabilidadecivil.org/ibercc/article/view/88>. Acesso em: 14 fev. 2022.

CONTI, José Mauricio. **O planejamento orçamentário da administração pública no Brasil.** 1 ed. São Paulo: Blucher Open Access, 2020. [E-book]

CRISTÓFORO, Pablo Gran. **Lei de Crimes Ambientais: aquém e além da justa medida.** 1 ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2017.

DAVIS, Stacy C.; BOUNDAY, Robert G. **Transportation Energy Data Book.** 39 ed. Oak Ridge National Laboratory: Oak Ridge, 2021. Disponível em: <https://tedb.ornl.gov/data/>. Acesso em: 23 set. 2021.

DEMO, Pedro. **Metodologia do conhecimento científico.** São Paulo: Atlas, 2019.

DENTON, Tom. **Veículos elétricos e híbridos.** São Paulo: Blucher, 2018.

DICIO. Dicionário Online de Português. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/sustentar/>. Acesso em: 6 jul. 2020.

EBERHARD, Martin. A empresa que faz algo não sustentável terá que encerrar as atividades, diz cofundador da Tesla. In: **O Globo**, Rio de Janeiro, 23 de setembro de 2020. Disponível em: <http://www.fenabreve.org.br/portal/conteudo/view/16138>. Acesso em: 1 fev. 2021.

ELLINGSEN, Linda Ager-Wick; SINGH, Bhawna; STRØMMAN, Anders Hammer. The size and range effect: Lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles. **Environmental Research Letters**. v. 11, n. 5, 2016. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/5/054010>. Acesso em: 8 dez. 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Atlas da eficiência energética**. 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-da-eficiencia-energetica-brasil-2020>. Acesso em: 18 nov. 2021.

EMPRESA de Pesquisa Energética. **Matriz Energética e Elétrica**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 4 jan. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. 10 U.S Code 2922g, de 24 de janeiro de 2020. **Federal Register**, 2020. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/USCODE-2019-title10/pdf/USCODE-2019-title10-subtitleA-partIV-chap173-subchapII-sec2922g.pdf>. Acesso em: 28 set. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. 23 U.S Code 166, de 24 de janeiro de 2020. **Federal Register**, 2020. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/USCODE-2019-title23/pdf/USCODE-2019-title23-chap1-sec166.pdf>. Acesso em: 28 set. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. 42 U.S Code 16513, de 24 de janeiro de 2020. **Federal Register**, 2020. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/USCODE-2019-title42/pdf/USCODE-2019-title42-chap149-subchapXV-sec16513.pdf>. Acesso em: 28 set. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Agência de Proteção Ambiental. **Inventory of U.S Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990-2019**. 2021. Disponível em: <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks-1990-2019>. Acesso em: 23 set. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Departamento de Energia. **Batteries for Hybrid and Plug-In Electric Vehicles**. Disponível em: https://afdc.energy.gov/vehicles/electric_batteries.html. Acesso em: 25 jan. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Departamento de Energia. **Lithium-Ion Battery Recycling Prize**. Disponível em: <https://americanmadechallenges.org/batteryrecycling/>. Acesso em: 25 jan. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Departamento de Energia. **Search Federal and State Laws and Incentives**. Disponível em: <https://afdc.energy.gov/laws/>. Acesso em: 23 set. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Departamento de Transporte. **Alternative Fueling Station Locator**. Disponível em: <https://afdc.energy.gov/stations#/corridors>. Acesso em: 25 set. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Departamento de Transporte. **Congestion Mitigation and Air Quality Improvement Program**. Disponível em: <https://www.fhwa.dot.gov/fastact/factsheets/cmaqfs.cfm>. Acesso em: 23 set. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Departamento de Transporte. **EV Everywhere: Grand Challenge Blueprint**. 2013. Disponível em: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/02/f8/everywhere_blueprint.pdf. Acesso em 25 set. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Departamento de Transporte. **Federal Programs Directory: Congestion Mitigation and Air Quality (CMAQ) Improvement Program**. Disponível em: <https://www.transportation.gov/sustainability/climate/federal-programs-directory-congestion-mitigation-and-air-quality-cmaq>. Acesso em: 23 set. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Departamento de Transporte. **Smart city challenge: Lessons for Building Cities of the future**. Disponível em: <https://www.transportation.gov/policy-initiatives/smartcity/smart-city-challenge-lessons-building-cities-future>. Acesso em: 25 set. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Departamento de Transporte. **Smart City Challenge**. Disponível em: <https://www.transportation.gov/smartcity>. Acesso em: 23 set. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Departamento de Transporte; ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Fuel Economy Guide**. Office of Energy Efficiency and Renewable Energy: Washington, 2021. Disponível em: <https://fueleconomy.gov/feg/pdfs/guides/FEG2021.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Energy Independence Act. Public Law n.º 110-140, de 19 de dezembro de 2007. **Federal Register**, 2007. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/PLAW-110publ140/pdf/PLAW-110publ140.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. LEVANTAMENTO GEOLÓGICO. **Lithium Statistics and Information**. Janeiro, 2021. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-lithium.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Ordem executiva n.º 14088, de 27 de janeiro de 2021. **Federal Register**, 2021. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2021-02-01/pdf/2021-02177.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.

EUROPA. Diretiva (UE) n.º 66, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de setembro de 2006. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2006. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02006L0066-20180704>. Acesso em: 24 jan. 2021.

EUROPA. Diretiva (UE) n.º 66, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de setembro de 2006. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2006. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02006L0066-20180704>. Acesso em: 24 jan. 2021.

EUROPA. Diretiva (UE) n.º 94, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de outubro de 2014. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2014. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A32014L0094>. Acesso em: 21 set. 2021.

EUROPA. Diretiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de maio de 2008. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2008. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/pt/ALL/?uri=CELEX%3A32008L0050>. Acesso em: 22 set. 2021.

EUROPA. Regulamento (UE) 2019/631, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de abril de 2019. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2019. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02019R0631-20210301>. Acesso em: 22 set. 2021.

EUROPA. Regulamento (UE) n.º 1316/2013, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de dezembro de 2013. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2013. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32013R1316>. Acesso em: 22 set. 2021.

EUROPA. Regulamento (UE) n.º 2021/1153 do Parlamento Europeu e do Conselho de 7 de julho de 2021. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2021. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32021R1153>. Acesso em: 22 set. 2021.

EUROPA. Um novo Plano de Ação para a Economia Circular: Para uma Europa mais limpa e competitiva. **Jornal Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 2020. p. 3. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>. Acesso em: 25 jan. 2022.

FAIZAL, Mohd; FENG, S. Y.; ZUREEL, M. F; SINIDOL, B. E.; WONG, D.; JIAN, G. K. A review on challenges and opportunities of electric vehicles (evs). **Journal of Mechanical Engineering Research & Developments**. v. 42, n. 4, p. 130-137, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335498477_A_REVIEW_ON_CHALLENGES_AND_OPPORTUNITIES_OF_ELECTRIC_VEHICLES_EVS. Acesso em: 19 jan. 2021.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco; CONTE, Christiany Pegorari. **Crimes Ambientais**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

FORTI, Vanesa; BALDÉ, Cornelis Peter; KUEHR, Ruediger; BEL, Garam. The Global E-waste Monitor 2020: quantities, flows and the circular economy potencial. **United Nations University (ONU); United Nations Institute for Training Research (UNIATAR) – co-hosted SCYCLE Programme International Telecommunication Union (ITU); International Solid Waste Association (ISWA)**, Bonn; Geneva; Rotterdam, 2020. Disponível em: <https://collections.unu.edu/view/UNU:7737#viewAttachments>. Acesso em: 19 mar. 2021.

FRANÇA. **Climate Plan**. Disponível em: <https://www.gouvernement.fr/en/climate-plan>. Acesso em: 2 de out. 2021.

FRANÇA. Code de la construction et de l'habitation. **Légifrance**, Paris, 2021. Disponível em: legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006074096/LEGISCTA000041563723?fonds=CODE&page=1&pageSize=10&query=véhicules+électriques&searchField=ALL&searchType=ALL&tab_selection=all&typePaging=DEFAULT&anchor=LEGISCTA000041563723#LEGISCTA000041563723. Acesso em: 2 out. 2021.

FRANÇA. Code de l'énergie. **Légifrance**, Paris, 2021. Disponível em: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000023983208/2021-10-02/. Acesso em: 2 out. 2021

FRANÇA. Code de l'environnement. **Légifrance**, Paris, 2021. Disponível em: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006074220/2021-10-02/. Acesso em: 2 out. 2021.

FRANÇA. Code du travail. **Légifrance**, Paris, 2021. Disponível em: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006072050/2021-10-02/. Acesso em: 2 out. 2021.

FRANÇA. Code général des impôts. **Légifrance**, Paris, 2021. Disponível em: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006069577/2021-10-02/. Acesso em: 2 out. 2021.

FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. 4 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2019.

FREITAS, Juarez; MOREIRA, Rafael Martins Costa. Regulação ambiental: controle de sustentabilidade. **Revista Jurídica FURB**, v. 24, n. 53, jan./abr.2020. p. 2. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/juridica/article/view/8457>. Acesso em: 02 dez. 2021.

FREITAS, Vladimir Passos de; EFING, Carolina. O direito das futuras gerações a um meio ambiente ecologicamente equilibrado. **Revista Jurídica (FURB)**, v. 23, n. 52, p. e8314: 1-23, dez. 2019. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/juridica/article/view/8314>. Acesso em: 03 fev. 2022.

FREITAS, Vladimir Passos de; FREITAS, Gilberto Passos de. Crimes **contra a natureza**. 9 ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2012.

GOMES, Magno Federici; NASCIMENTO, Nathan Gomes Pereira do. Regulação e consumo de automóveis elétricos sustentáveis no Brasil. **Revista de Direito do Consumidor**, São Paulo, v.122, p. 245-373, mar./abr. 2019. Disponível em: <http://www.revistadostribunais.com.br>. Acesso em: 22 set. 2021.

GOVERNO ARGENTINO. **Foi apresentado o Projeto de Lei de Promoção da Mobilidade Sustentável**. 2021. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/se-presento-el-proyecto-de-ley-de-promocion-de-la-movilidad-sustentable>. Acesso em: 20 de nov. 2021.

GOVERNO ARGENTINO. **Lei de Promoção da Mobilidade Sustentável**: um projeto que busca transformar a indústria automotiva e liderar a mudança para o uso de energias renováveis. 2021. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/ley-de-promocion-de-la-movilidad-sustentable-un-proyecto-que-busca-transformar-la-industria>. Acesso em: 15 jan. 2021.

GUIMARÃES, Patrícia Borba Vilar; SILVA, Lucas do Monte. Autorregulação jurídica no urbanismo contemporâneo: smart cities e mobilidade urbana. **Revista de direito da cidade**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 1231-1253, 2016. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/23468/19142>. Acesso em: 17 ago. 2020.

HACHEM, Daniel Wunder. A dupla titularidade (individual e transindividual) dos direitos fundamentais econômicos, sociais, culturais e ambientais. **Revista Direitos Fundamentais & Democracia (UniBrasil)**, v. 14, n. 14.1, Curitiba, UniBrasil, p. 618-688, ago./dez. 2013.

HAWKINS, Troy R.; SINGH, Bhawna; MAJEAU-BETTEZ, Guillaume; STRØMMAN, Anders Hammer. Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. **Journal of Industrial Ecology**, v. 17, n. 1, p. 53-64, fev. 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1530-9290.2012.00532.x>. Acesso em: 19 jan. 2021.

IEMA – INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. Crise hídrica, termelétricas e renováveis: considerações sobre o planejamento energético e seus impactos ambientais e climáticos. Setembro de 2021. p. 3. Disponível em: <https://energiaeambiente.org.br/produto/crise-hidrica-termeletricas-e-renovaveis#:~:text=Em%202021%2C%20o%20Brasil%20vive,foi%20acionar%20as%20termel%C3%A9tricas%20f%C3%B3sseis>. Acesso em: 6 dez. 2021.

INFOMONEY. **A Volks terá carros elétricos e híbridos a etanol**. 2021. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/negocios/a-volks-tera-carros-eletricos-e-hibridos-a-etanol/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

ITAIPU BINACIONAL. **Veículos elétricos**. Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br/tecnologia/veiculos-eletricos>. Acesso em: 2 out. 2021.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 11 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

LEITE, Carlos. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

LEMES, Jussilaine Fernandes. **Análise de viabilidade de implantação de posto de recarga de veículos elétricos com abastecimento fotovoltaico**. 2018. vi, 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Energia (Bacharel) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/2834/1/JussilaineFernandesLemes.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2021.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 26 ed., rev., ampl. e atual. São Paulo: Malheiros, 2018. p. 435.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. STJ nexos causal na responsabilidade civil ambiental. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 14, n. 30, p. 351-371, set./dez. de 2017.

MARCÃO, Renato. **Crimes ambientais: anotações e interpretação jurisprudencial da parte criminal da Lei n. 9.605, de 12-2-1998**. 4 ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

MENA, Rafael Maciel. **Análise dos veículos elétricos a bateria no Brasil: uma abordagem SWOT**. 2020. vi, 113 f. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-10122020-114246/fr.php>. Acesso em: 21 fev. 2021.

MILARÉ, Édís. **Direito do Ambiente**. 11 ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2018.

NOVAIS, Jorge Reis. **As restrições aos direitos fundamentais não expressamente autorizadas pela Constituição**. Coimbra: Coimbra Editora, 2003.

O MOTOR DO FUTURO. **O Evento**. Disponível em: <http://www.motordofuturo.com.br/oevento/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil (1970-2020)**. 2021. Disponível em: [https://energiaambiente.org.br/produto/analise-das-emissoes-brasileiras-de-gases-de-efeito-estufa-e-suas-implicacoes-para-as-metas-climaticas-do-brasil-1970-2020#:~:text=Emiss%C3%B5es%20brasileiras%20no%20ano%20da%20pandemia&text=Foi%20de%209%2C5%25%20o,estufa%20no%20Brasil%20em%202020.&text=Veja%20detalhes%20no%20relat%C3%B3rio%20do,Observat%C3%B3rio%20do%20Clima%20\(OC\)](https://energiaambiente.org.br/produto/analise-das-emissoes-brasileiras-de-gases-de-efeito-estufa-e-suas-implicacoes-para-as-metas-climaticas-do-brasil-1970-2020#:~:text=Emiss%C3%B5es%20brasileiras%20no%20ano%20da%20pandemia&text=Foi%20de%209%2C5%25%20o,estufa%20no%20Brasil%20em%202020.&text=Veja%20detalhes%20no%20relat%C3%B3rio%20do,Observat%C3%B3rio%20do%20Clima%20(OC)). Acesso em: 6 dez. 2021.

EUROPEAN ALTERNATIVE FUEL OBSERVATORY. Disponível em: <https://www.eafo.eu/>. Acesso em: 29 mar. 2022.

EUROPEAN ALTERNATIVE FUEL OBSERVATORY. **On the electrification path: Europe's progress towards clean transportation**. 2021. Disponível em: <https://www.eafo.eu/sites/default/files/2021-03/EAFO%20Europe%20on%20the%20electrification%20path%20March%202021.pdf>. Acesso em 2 out .2021.

OGURA, Koki; KOLHE, Mohan Lal. Battery Technologies for electric vehicles. *In*: MUNEER. Tariq; KOLHE, Mohan; DOYLE, Aisling (eds.). **Electric Vehicles: Prospects and Challenges**. Elsevier: 2017. p. 139-167. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128030219000045>. Acesso em: 27 jan. 2021.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Mobilidade Elétrica: avanços na América Latina e no Caribe. 4ª ed. MOVE, 2020. Disponível em: <https://movelatam.org/download/11-el-litio-en-argentina/>. Acesso em: 20 nov. 2021.

PARANÁ. Lei Estadual n.º 19.971, de 22 de outubro de 2019. **Diário Oficial**, Curitiba, 2019. Disponível em: <https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=227897&indice=1&totalRegistros=1&dt=16.0.2021.17.25.54.390>. Acesso em: 22 set. 2021.

PERNAMBUCO. Lei Estadual n.º 10.849, de 28 de dezembro de 1992. **Diário Oficial**, Recife, 1992. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=1&numero=10849&complemento=0&ano=1992&tipo=&url=>. Acesso em: 22 set. 2021.

PERNAMBUCO. Lei Estadual n.º 16.810, de 7 de janeiro de 2020. **Diário Oficial**, 2020. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=48650&tipo=>. Acesso em: 25 nov. 2021.

PORTUGAL. Decreto-lei n.º 170, de 1 de agosto de 2012, do Ministério da Economia e do Emprego. **Diário da República**, Lisboa, 2012. Disponível em: https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/179069/details/normal?q=Decreto-Lei+n.%C2%BA%20170%2F2012&filterAction=TRUE&tipo_facet=Decreto-Lei&perPage=25&fq=Decreto-Lei+n.%C2%BA%20170%2F2012. Acesso em: 8 set. 2021.

PORTUGAL. Decreto-lei n.º 39, de 26 de abril de 2010, do Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento. **Diário da República**, Lisboa, 2010. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/614137/details/maximized>. Acesso em: 7 set. 2021.

PORTUGAL. Decreto-Lei n.º 42-A, de 12 de agosto de 2016. **Diário da República**, Lisboa, 2016. Disponível em: <https://dre.pt/home/-/dre/75150234/details/maximized>. Acesso em: 9 set. 2021.

PORTUGAL. Decreto-lei n.º 90, de 11 de junho de 2014, do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. **Diário da República**, Lisboa, 2014. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/25676885/details/maximized>. Acesso em: 8 set. 2021.

PORTUGAL. Despacho n.º 1.607, de 15 de fevereiro de 2018, do Gabinete do Ministério do Ambiente. **Diário da República**, Lisboa, 2018. Disponível em: <https://dre.pt/home/-/dre/114696634/details/maximized>. Acesso em: 13 set. 2021.

PORTUGAL. Despacho n.º 1.612-B, de 17 de fevereiro de 2017, do Gabinete do Ministério do Ambiente. **Diário da República**, Lisboa, 2017. Disponível em: <https://dre.pt/home/-/dre/106476962/details/maximized>. Acesso em: 13 set. 2021.

PORTUGAL. Despacho n.º 115, de 4 de janeiro de 2013, do Ministério da Economia e do Emprego. **Diário da República**, Lisboa, 2013. Disponível em: https://dre.pt/pesquisa/-/search/1994660/details/normal?p_p_auth=a4rmMWeK. Acesso em: 13 set. 2021.

PORTUGAL. Despacho n.º 2.210, de 5 de março de 2019, do Gabinete do Ministério do Ambiente e Transição Energética. **Diário da República**, Lisboa, 2019. Disponível em: <https://dre.pt/home/-/dre/120525559/details/maximized>. Acesso em: 13 set. 2021.

PORTUGAL. Despacho n.º 2.535, de 5 de março de 2021, do Ministério do Ambiente e Ação Climática. **Diário da República**, Lisboa, 2021. Disponível em: <https://dre.pt/home/-/dre/158872587/details/maximized>. Acesso em: 13 set. 2021.

PORTUGAL. Despacho n.º 3.169, de 10 de março de 2020, do Gabinete do Ministério do Ambiente e Ação Climática. **Diário da República**, Lisboa, 2020. Disponível em: <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/130070443/details/normal?l=1>. Acesso em: 13 set. 2021.

PORTUGAL. Despacho n.º 41, de 6 de junho de 2020, da Presidência do Conselho de Ministros. **Diário da República**, Lisboa, 2020. Disponível em: <https://dre.pt/home/-/dre/135391594/details/maximized>. Acesso em: 13 set. 2021.

PORTUGAL. Despacho n.º 464, de 3 de agosto de 2011, da Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. **Diário da República**, Lisboa, 2011. Disponível em: <https://dre.pt/web/guest/home/-/dre/2654854/details/maximized>. Acesso em: 13 set. 2021.

PORTUGAL. Despacho n.º 8.809, de 10 de agosto de 2015, do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. **Diário da República**, Lisboa, 2015. Disponível em: <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/69975995/details/normal?q=Despacho+n.%C2%BA%208809%2F2015>. Acesso em: 8 set. 2021.

PORTUGAL. Lei n.º 64-B, de 30 de dezembro de 2011. **Diário da República**, Lisboa, 2011. Disponível em: https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/243769/details/normal?q=Lei+n.%C2%BA%2064-B%2F2011&filterAction=TRUE&tipo_facet=Lei&perPage=25&fq=Lei+n.%C2%BA%2064-B%2F2011. Acesso em: 8 set. 2021.

PORTUGAL. Portaria n.º 221, de 10 de agosto de 2016, do Ministério do Ambiente e Economia. **Diário da República**, Lisboa, 2016. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/75126729/details/maximized>. Acesso em: 9 set. 2021.

PORTUGAL. Portaria n.º 241, de 12 de agosto de 2015, do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. **Diário da República**, Lisboa, 2015. Disponível em: <https://dre.pt/home/-/dre/69992909/details/maximized>. Acesso em: 9 set. 2021.

PORTUGAL. Portaria n.º 854, de 19 de novembro de 2015, do Ministérios das Finanças e do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia - Gabinetes dos Secretários de Estado Adjunto e do Orçamento e do Ambiente. **Diário da República**, Lisboa, 2015. Disponível em: https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/71038452/details/normal?q=Portaria+n.%C2%BA%20854%2F2015&filterAction=TRUE&tipo_facet=Portaria&perPage=25&fq=Portaria+n.%C2%BA%20854%2F2015. Acesso em: 9 set. 2021.

PORTUGAL. Resolução n.º 36, de 20 de fevereiro de 2009, da Presidência Conselho de Ministros. **Diário da República**, Lisboa, 2009. Disponível em: <https://data.dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/602049/details/maximized>. Acesso em: 6 set. 2021.

PORTUGAL. Resolução n.º 81, de 7 de setembro de 2009, da Presidência Conselho de Ministros. **Diário da República**, Lisboa, 2009. Disponível em: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/489226/details/maximized>. Acesso em: 6 set. 2021.

PRADO, Luiz Regis. **Direito penal do ambiente: crimes ambientais** (Lei 9.605/1998). 7. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019. [E-book]

PRADO, Luiz Regis. **Curso de Direito Penal Brasileiro**. 19 ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021. [E-book]

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Movilidad eléctrica: Avances em América Latina y el Caribe** 2020. 4 ed. PNUMA; Oficina para América Latina y el Caribe: Panamá, 2021. Disponível em: <https://movelatam.org/4ta-edicion/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

PUGLIESE, Lilian; LAURENCETTI, Carolina; RIBEIRO, Maria Lúcia. Impactos ambientais na produção do etanol brasileiro: uma breve discussão do campo à indústria. **Revista brasileira multidisciplinar**, v. 20, n. 1, p. 143-165, jul. 2017. Disponível em: <https://www.revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/472>. Acesso em: 15 jan. 2021.

REIDLER, Nívea Maria Vega Longo; GÜNTHER, Wanda Maria Risso. Impactos sanitários e ambientais devido aos resíduos gerados por pilhas e baterias usadas. In: Congresso interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, XXVIII, 2002, Cancún. **Anais**. Cancún: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Reidler-Nivea-Maria/publication/266328401_IMPACTOS_SANITARIOS_E_AMBIENTAIS_DEVIDO_A_OS_RESIDUOS_GERADOS_POR_PILHAS_E_BATERIAS_USADAS/links/54e892d80cf27a6de10f13cd/IMPACTOS-SANITARIOS-E-AMBIENTAIS-DEVIDO-AOS-RESIDUOS-GERADOS-POR-PILHAS-E-BATERIAS-USADAS.pdf. Acesso em: 10 mar. 2021.

RIO DE JANEIRO. Lei Estadual n.º 2.877, de 22 de dezembro de 1997. **Diário Oficial**, Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/b24a2da5a077847c032564f4005d4bf2/fa1a422b516211130325657a0064293f?OpenDocument>. Acesso em: 22 set. 2021.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei Estadual n.º 6.967, de 30 de dezembro de 1996. **Diário Oficial**, Natal, 1996. Disponível em: http://www.set.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/set_v2/legislacao/enviados/listagem_filtro.asp?assunto=5&assuntoEsp=9. Acesso em: 22 set. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. Lei Estadual n.º 8.115, de 30 de dezembro de 1985. **Diário Oficial**, Porto Alegre, 1985. Disponível em: <http://www.legislacao.sefaz.rs.gov.br/Site/Document.aspx?inpKey=109693&inpCodDispositivo=&inpDsKeywords=>. Acesso em: 22 set. 2021.

RODRIGUES, Marcos Vinicius. **A geração de energia e os novos paradigmas para a utilização de energia elétrica no Brasil**: uma análise com ênfase na teoria crítica da tecnologia. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2019. p. 13.

ROXIN, Claus. **A proteção de bens jurídicos como função do direito penal**. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2018.

SANTOS, Célia Aparecida Lino dos. Baterias de íons lítio para veículos elétricos. **Revista IPT**, v. 2, n. 9, dez. 2018. Disponível em: <http://revista.ipt.br/index.php/revistaIPT/article/view/71>. Acesso em: 30 dez. 2021.

SANTOS, Max Mauro Dias. **Veículos elétricos e híbridos**: fundamentos, características e aplicações. São Paulo: Érica, 2020.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Lei Municipal n.º 9.684, de 28 de março de 2018. **Diário Oficial**, São José dos Campos. Disponível em: <https://servicos.sjc.sp.gov.br/governo/boletim/boletimPDF/20180423081712b1e01fdb-3ba6-4051-a900-56889064fa46.pdf>. Acesso em: 17 de nov. 2021.

SEN, Amartya. **Desenvolvimento como Liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

SILVA, Marcelo Henrique Carvalho e. **Estado da arte da utilização de baterias em veículos elétricos**. 2019. vi, 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/ri/handle/riufc/49963>. Acesso em: 22 set. 2021

SILVA, Natan Felipe Silva Felipe; FERREIRA, Glaucia Katiúscia; REIS, Emerson Paulino; CASTRO, Daniel Enrique. A importância da reciclagem na sustentabilidade de carros elétricos. **Revista Conexão e Ciência**, v. 14, n. 3, p. 9-, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uniformg.edu.br:21011/ojs/index.php/conexao-ciencia/article/view/1044>. Acesso em: 27 de dezembro de 2021.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de direito ambiental**. 18. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2020. [E-book]

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Tutela penal do meio ambiente**. 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2010. [E-book]

SOBRINHO GRAZIANO, Sérgio Francisco; PEREIRA, Henrique Mioranza Koppe; RICARDO, Filipe Rocha. Intervenção mínima e a tutela penal-ambiental na sociedade de risco. *In*: SILVEIRA, Clóvis Eduardo Malinverni da (Org.). **Dano ambiental e gestão do risco: atualidades em jurisdição e políticas públicas**. Caxias do Sul, RS: Educus, 2016. [E-book]

SOCIETY OF ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY AND CHEMISTRY (SETAC). **Guidelines for Life-Cycle Assessment: A 'Code of Practice'**. 1 ed. SETAC: Sesimbra-Portugal, 1993.

SOVACOOOL, Benjamin K.; HIRSH, Richard F. Beyond batteries: An examination of the benefits and barriers to plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs) and a vehicle-to-grid (V2G) transition. **Energy Policy**, v. 37, n. 3, p. 1095-1103, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421508005934>. Acesso em: 11 fev. 2021.

TERRIN, Kátia A. Pastori; BLANCHET, Luiz Alberto. Direito de energia e sustentabilidade: uma análise dos impactos negativos das usinas hidrelétricas no Brasil. **Revista Videre**, Dourados, MS, v. 11, n. 22, jul./dez. 2019. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/videre/article/view/11215>. Acesso em: 16 jan. 2021.

THIEL, Christian; TSAKALIDIS, Anastasios; JÄGER-WALDAU, Arnulf. Will Electric Vehicles Be Killed (again) or Are They the Next Mobility Killer App?. **Energies**, Basileia, v. 13, n. 7, p. 1-10, abril de 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/7/1828>. Acesso em: 2 out. 2021.

VALLE, Vanice Regina Lírio do. **Políticas públicas, direitos fundamentais e controle judicial**. 2. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2016.

VEIGA, José Eli da. **Para entender o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora 34, 2015.

ZUBA, Márcio Eduardo. **A teoria da performatividade no contexto dos estudos de ciência, tecnologia e sociedade**: um resgate do caso do veículo elétrico na França dos anos de 1970. 2020. vi, 336 f. Tese (Doutorado em Tecnologia e Sociedade) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5012>. Acesso em: 5 jan. 2021.