



Universidade de Brasília – UnB
Faculdade UnB Planaltina – FUP
Gestão Ambiental – GAM

Rodrigo Tominaga Sant'Anna de Moraes

VEÍCULOS ELÉTRICOS COMO PRODUTO AMBIENTAL: ANÁLISE DA IMPLICAÇÃO AMBIENTAL DA MOTOCICLETA EVS VOLTZ

Artigo apresentado à Faculdade UnB Planaltina (FUP/GAM) como requisito para a obtenção do título de graduação em Gestão Ambiental da UnB.

Orientador de Pesquisa: Prof. Dr. Rômulo José da Costa Ribeiro

Planaltina – DF

Rodrigo Tominaga Sant'Anna de Moraes

VEÍCULOS ELÉTRICOS COMO PRODUTO AMBIENTAL:

ANÁLISE DA IMPLICAÇÃO AMBIENTAL DA MOTOCICLETA EVS VOLTZ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental da Faculdade UnB Planaltina, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

Planaltina – DF, 22 de dezembro de 2023.

Documento assinado digitalmente
 DEIVID ILECKI FORGIARINI
Data: 22/12/2023 22:29:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

*Prof. Dr. Deivid Ilecki Forgiarini – Professor Adjunto do Curso
de Ciências Contábeis da UFAC*

Documento assinado digitalmente
 CAROLINA LOPES ARAUJO
Data: 27/12/2023 19:30:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Carolina Lopes Araujo - FUP/UNB

Documento assinado digitalmente
 ROMULO JOSE DA COSTA RIBEIRO
Data: 26/12/2023 09:21:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rômulo José da Costa Ribeiro - FUP/UNB

VEÍCULOS ELÉTRICOS COMO PRODUTO AMBIENTAL: ANÁLISE DA IMPLICAÇÃO AMBIENTAL DA MOTOCICLETA EVS VOLTZ

Rodrigo Tominaga Sant'Anna de Moraes

1. INTRODUÇÃO

Com o advento do Clube de Roma, fundado em 1968, mais países passaram a preocupar-se com o meio ambiente, gerando aumento no incentivo ao desenvolvimento de produtos ambientalmente amigáveis a partir dos anos 70 (VARELLA, 2004, p. 34). Como resultado, um número crescente de pessoas está buscando alternativas mais sustentáveis para seus hábitos diários. Uma das principais áreas de foco tem sido o transporte. Dado que os veículos são responsáveis por uma grande porcentagem das emissões de gases poluentes na atmosfera, a substituição de veículos movidos a combustíveis fósseis por veículos elétricos podem representar uma ótima maneira de diminuir o impacto ambiental. Daí o interesse deste estudo em investigar os veículos elétricos, em especial as motocicletas, para a diminuição dos efeitos à natureza decorrentes do transporte, tornando, assim, mais sustentáveis os meios de locomoção, sobretudo urbano.

Destaca-se que os veículos elétricos são mais eficientes do ponto de vista energético, o que significa que consomem menos combustível e, conseqüentemente, produzem menos emissões (SANTOS, 2017, p. 39). Mesmo os preços da eletricidade tendendo a subir, os veículos elétricos ainda têm menos impacto no meio ambiente do que os de queima de combustível fóssil. Com a sua popularização, esses tipos de veículo também tendem a se tornar mais acessíveis a outros segmentos do mercado. Isso também justifica o interesse pelo estudo a partir de uma revisão bibliográfica.

Mesmo com sua popularização, o custo inicial de um veículo elétrico ainda permanece elevado no mercado brasileiro, sendo mais oneroso ao consumidor final do que os modelos a combustão, uma vez que os modelos elétricos disponibilizados possuem o valor de mercado muito superior aos modelos a combustão convencionais. Um aspecto a salientar é que existem algumas preocupações em relação ao impacto ambiental dos veículos elétricos. Por exemplo, a maioria das baterias de lítio usadas nesses veículos são feitas com metais pesados e tóxicos, que podem representar um risco à saúde humana e ao meio ambiente se não forem manipulados ou descartados adequadamente (CASTRO; BARROS; VEIGA, S. G, 2013, p.461), daí a pertinência de se questionar se as motocicletas elétricas são ou não um produto ambiental.

Segundo Worldwatch Institute (2014), entende-se por *produto ambiental* qualquer produto que tenha um impacto ambiental menor do que o seu concorrente. Em outras palavras, o produto ambiental não é necessariamente 100% sustentável, mas em comparação a seus concorrentes, ele causa menor impacto ao meio ambiente em que é empregado. Além disso, a produção de baterias de lítio geralmente requer grandes quantidades de energia, o que pode diminuir os efeitos dos benefícios ambientais decorrentes do maior uso de veículos elétricos.

Por outro lado, essas preocupações estão diminuindo à medida que a tecnologia é melhorada e as novas formas de armazenamento de energia estão sendo desenvolvidas (Worldwatch Institute, 2014). Prova disso é o grande sucesso comercial das motocicletas elétricas da EVS Voltz no mercado Brasil, pois de cada dez motocicletas elétricas vendidas no território nacional nove são desse modelo, conforme pesquisas divulgadas no escopo de janeiro a setembro de 2022, divulgadas pela VOLTZ a partir dos dados de emplacamento do Departamento Estadual de Trânsito – Detran (Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores – Fenabrave, 2022).

Diante do exposto, os veículos elétricos representam uma opção para quem está procurando um meio de transporte mais sustentável. Apesar de ainda existirem algumas preocupações ambientais, elas estão diminuindo à medida que a tecnologia avança. Nesse sentido, esse estudo busca entender se as motocicletas EVS Voltz são um produto ambiental partindo, para tanto, das características de sua bateria de lítio em comparação ao motor de combustão (concorrente mais comum). Levando em consideração esse contexto, este artigo pretende explorar a seguinte pergunta norteadora: as motocicletas elétricas EVS Voltz são um produto ambiental a partir do estudo da bateria de lítio?

Partindo dessa indagação, o objetivo geral deste estudo é investigar se as motocicletas elétricas EVS Voltz são um produto ambiental a partir do estudo da bateria lítio. Para tanto, três são os objetivos específicos, a saber: (i) contextualizar o mercado das motocicletas elétricas e suas implicações com o meio ambiente; (ii) apresentar o modelo das motocicletas elétricas EVS Voltz em específico a bateria de lítio; (iii) discutir, a partir da revisão bibliográfica e do caso das motocicletas elétricas EVS Voltz, se esse modelo específico pode ser considerado um produto ambiental.

Como metodologia, este é um estudo de base, de caráter descritivo e exploratório. São pesquisas descritivas aquelas “que consistem em investigações de pesquisa empírica cuja principal finalidade é o delineamento ou análise das características de fatos ou fenômenos, a

avaliação de programas, ou o isolamento de variáveis principais ou chave (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 187). Estudos exploratórios são aqueles (...):

“(...) cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e clarificar conceitos” (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 188).

Portanto, é uma pesquisa qualitativa com embasamento bibliográfico que emprega a técnica de pesquisa bibliográfica que “é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos” (GIL; 2008, p. 50).

Além disso, acrescenta-se que este estudo está dividido em quatro partes. Nesta primeira, aborda-se o contexto do mercado das motocicletas elétricas e suas implicações socioambientais. Na segunda seção, apresentamos o objeto, a justificativa, a pergunta norteadora e os objetivos. Na terceira seção, apresenta-se o caso das motocicletas elétricas EVS Voltz, explorando em específico a bateria de lítio. Na quarta seção, discute-se se esse modelo é ou não um produto ambiental, partindo das prerrogativas da revisão bibliográfica. Em seguida, temos as considerações finais e as referências.

2. CONTEXTO DE MERCADO DAS MOTOCICLETAS ELÉTRICAS E SUAS IMPLICAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS

As motocicletas elétricas têm sido apontadas como grandes responsáveis pelo aumento da emissão de poluentes no ambiente. Segundo o Worldwatch Institute (2014), as motocicletas elétricas geram, em média, cinco vezes mais poluentes que as motocicletas convencionais (PRUGHT; RENNER, 2014), uma vez que a produção e descarte da bateria utilizada em motocicletas elétricas, quando não realizado corretamente, possui o impacto ambiental negativo maior que a emissão de carbono das motocicletas à combustão.

Porém, as motocicletas elétricas ainda possuem um potencial enorme para melhorar o mercado das motos e o contexto socioambiental. Daí a importância de se examinar sua inserção no mercado e suas implicações.

Como funcionam as motocicletas elétricas? As motocicletas elétricas utilizam uma grande variedade de motores elétricos. A principal diferença está em sua forma de propulsão que é por meio de correntes elétricas, isso está relacionado à bateria de lítio.

Conforme explicam Bermúdez-Rodríguez e Consoni (2021), os veículos elétricos, conhecidos como VE, não são uma novidade para a indústria automobilística. Essa tecnologia chegou a ser usada nos meados do século XIX, mas por diversos fatores econômicos, tecnológicos e sociais, ela permaneceu pouco empregada no mercado. “Alguns dos primeiros veículos e trens fabricados em meados do século XIX utilizavam energia elétrica e eram considerados como uma opção limpa e silenciosa para substituir o transporte com cavalos” (BERMÚDEZ-RODRÍGUEZ; CONSONI, 2021, p. 3). Mesmo assim, devido a diversos fatores sociotécnicos o Motor à Combustão Interna (MCI) é ainda o mais utilizado (GEELS, 2005).

É mais recente que essa tecnologia está sendo popularizada, segundo Bermúdez-Rodríguez e Consoni (2021, p. 3):

Depois de décadas de pouca expressão no mercado, é somente a partir dos anos 2000 que os VE começam a acumular volumes de vendas crescentes. No ano de 2019, por exemplo, foram comercializados mais de dois milhões de unidades de VE, considerando apenas as versões a bateria e híbrido plug-in, contribuindo com um estoque total em 2019 que supera os sete milhões de unidades (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA, 2020). São números que podem parecer insignificantes se comparados com o gigantismo das vendas de veículos com MCI, acima de 90 milhões de unidades anuais (OICA, 2018). Entretanto, em uma perspectiva histórica, em 2005 o estoque global de VE chegava a quase duas mil unidades, mais precisamente 1.890 veículos (IEA, 2019). Tal tendência de crescimento tem se mostrado rápida e contínua ao longo do tempo, reflexo direto dos avanços tecnológicos incorporados nos VE. Neste contexto, ganha destaque o desenvolvimento das baterias, que trazem diferentes composições químicas e capacidade de produção em grande escala (IEA, 2019).

Sobre o mercado de venda de veículos elétricos, pode-se dizer que é um nicho em ascensão. Conforme dados divulgados pela International Energy Agency (IEA) (2022), cerca de 120 mil veículos elétricos foram vendidos em 2012, só que em, 2020, foram mais de 10 milhões de veículos vendidos. Destaca-se que, no mercado de veículos, houve retração decorrente da pandemia de covid-19, enquanto o mercado de venda de veículos elétricos cresceu 4,1%.

Nota-se que as motos elétricas estão ganhando espaço no mercado brasileiro de veículos. Segundo levantamento divulgado pela Yamaha Motorsports Brasil, no ano de 2019 as motos elétricas pretendiam ultrapassar 65% do mercado de veículos leves, enquanto os veículos a combustão apenas ultrapassariam 33,3% do mercado. Houve uma ligeira queda no número de vendas em 2018, mas as motos elétricas ainda estimulam o mercado, sobretudo com o fim da pandemia em que as vendas subiram.

No ano de 2022, a venda de motos elétricas disparou, com aumento de 872% na quantidade de unidades comercializadas entre janeiro e maio de 2022, em comparação com os

primeiros cinco meses do ano anterior, conforme dados divulgados pela Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores (Fenabreve), com predominância das motos comercializadas pela Voltz.

Os benefícios da utilização das motos elétricas são vários. A moto elétrica é uma excelente opção para quem busca mais mobilidade e segurança. As principais vantagens da moto elétrica são as seguintes:

- *Mais mobilidade:* as motos elétricas são, por vezes, bem mais rápidas do que as motos a combustão, pois o torque da moto elétrica é instantâneo enquanto o motor a combustão tem todo o processo de queima para girar o motor. Por isso, é uma opção para quem queria economizar no tempo para se movimentar;
- *Mais segurança:* as motos a combustão são um perigo para os motoristas, pois elas irradiam substâncias nocivas como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx), hidrocarbonetos (HC), óxidos de enxofre (SOx), material particulado (MP), entre outros. Já as motos elétricas não têm essa propensão de resíduos que podem causar incêndios;
- *Maior proteção ao meio ambiente:* as motos a combustão acabam por contaminar o meio ambiente. Já as motos elétricas emitem apenas energia elétrica, o que resulta num declive significativo na emissão de poluentes, sobretudo no ar – é o que se quer constatar neste artigo por meio da discussão sobre a bateria.
- *Menor custo de manutenção:* os custos de manutenção das motos elétricas são relativamente baixos comparados as motos a combustão, o que faz delas uma opção atraente para os consumidores.

Essas vantagens que o mercado entende que as motos elétricas possuem se comparadas às motos a combustão. Isso ajuda a explicar por que esse tipo de veículo vem ganhando maior notoriedade no mercado nacional e internacional. No próximo tópico, vamos discutir as motocicletas elétricas do modelo EVS da empresa Voltz. Nesse estudo, destaca-se, em específico, o consumo da bateria de lítio para, com isso, responder se a motocicleta elétrica pode ou não ser considerada um produto ambiental.

3. MOTOCICLETAS ELÉTRICAS EVS VOLTZ: UM ESTUDO SOBRE A BATERIA DE LÍTIO

É preciso indicar o que se considera uma bateria. Para isso, trazemos à luz a contribuição de Castro, Barros e Veiga (2013) que explicam da seguinte maneira:

Uma bateria é um acumulador, que transforma energia química em energia elétrica e vice-versa, normalmente por meio de uma reação de oxirredução. O polo negativo é denominado anodo, no qual ocorre a oxidação, enquanto o positivo é o catodo, em que ocorre a redução. Os elétrons correm do anodo para o catodo, gerando energia elétrica (CASTRO; BARROS; VEIGA, 2013, p. 445).

É pertinente também dizer que não existe apenas um tipo de bateria, mas vários. Entre eles, destacam-se os modelos de baterias secundárias que são recarregáveis. No Quadro 1, apresentamos alguns desses tipos:

Quadro 1 – Tipos de bateria: formatos e exemplos de aplicações

	Tipo de bateria	Formato	Exemplos de aplicações
Baterias secundárias (recarregáveis)	Bateria de níquel-cádmio	Cilíndrica, retangular ou em módulos	Equipamentos portáteis (controles remotos, lanternas, relógios, rádios, brinquedos etc.), telefones sem fio, ferramentas, luzes de emergência
	Bateria de níquel-hidreto metálico	Cilíndrica, retangular ou em módulos	Equipamentos portáteis (controles remotos, lanternas, relógios, rádios, brinquedos etc.), telefones sem fio, bicicletas elétricas, veículos híbridos
	Bateria de íon-lítio	Cilíndrica, retangular, botão ou em módulos	Incorporadas a equipamentos (barbeadores elétricos, MP3 <i>players</i> , PDA), telefones celulares, filmadoras, câmeras digitais, bicicletas elétricas, ferramentas, jogos eletrônicos, veículos híbridos e elétricos
	Baterias de chumbo-ácido	Retangular	Automóveis, motocicletas, ônibus, caminhões, máquinas agrícolas, empilhadeiras

Fonte: Adaptação de Castro, Barros e Veiga (2013) com base na Battery Association of Japan (BAJ).

Segundo Castro, Barros e Veiga (2013) as baterias de íon-lítio são as mais recomendadas para os veículos híbridos e elétricos. Essas baterias são leves, tem uma densidade energética maior e, conseqüentemente, possuem uma duração maior do que as baterias de chumbo-ácido. Embora tenham um custo maior e haver a necessidade de importação, elas são as preferidas do mercado brasileiro – e são as baterias adotadas no modelo EVS da Voltz.

Ainda que nos veículos híbridos e elétricos a bateria exerça uma função primordial, em geral, ela é diferente das utilizadas tradicionalmente (CASTRO; BARROS; VEIGA, 2013).

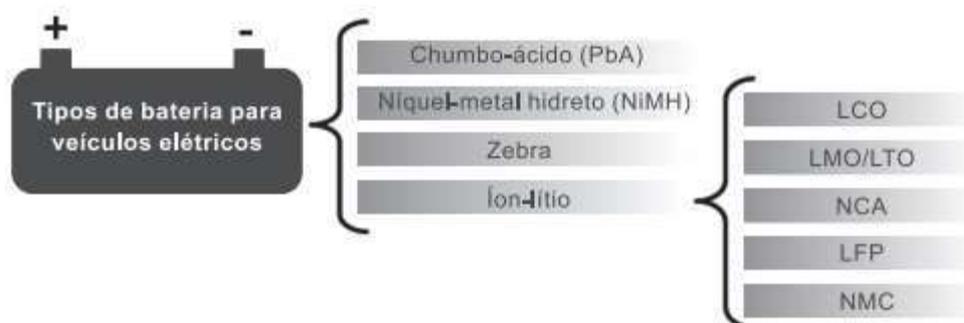
Como as baterias passam a ser responsáveis por outras funções, como o próprio funcionamento do motor, a necessidade de energia é cada vez maior, criando a necessidade de baterias com capacidade de armazenamento cada vez maior. Nesses casos, uma bateria de tecnologia tradicional (como a bateria de chumbo-ácido), presente nos veículos atuais no Brasil, pode ficar obsoleta em pouco tempo em virtude das necessidades dos equipamentos.

Um dos pontos críticos das baterias é o volume e, sobretudo, o peso. Em casos de veículos elétricos, as baterias de chumbo-ácido seriam inviáveis e incompatíveis – podendo, inclusive, ter maior probabilidade de danos diretos e indiretos ao móvel.

Isto porque o uso de baterias de chumbo-ácido possui pouca capacidade de armazenamento energético, demandando a necessidade de aumentar o seu tamanho físico, o que implicaria na inviabilidade no uso para veículos elétricos. Ainda, as baterias de chumbo-ácido não geram a voltagem necessária para o funcionamento dos motores elétricos sendo, assim, incompatíveis.

Nesse contexto, as baterias de íon-lítio surgem como provável tecnologia dominante, pois são mais leves e com maior densidade energética. Abaixo, a partir de Castro e Ferreira (2010), apresenta-se uma figura com o diagrama esquemático dos tipos de baterias mais utilizados em veículos elétricos, selecionados no referido estudo.

Figura 1 - Diagrama esquemático os principais tipos de baterias para veículos elétricos



Fonte: Reprodução de Castro e Ferreira (2010, p. 284).

Na figura acima, conforme Castro e Ferreira (2010), aparecem os seis tipos mais comuns de baterias de íon-lítio, a saber: LCO (óxido de lítio-cobalto), NCA (lítio-níquel-cobalto-alumínio, ou LiNiCoAl), NMC (lítio-níquel-manganês-cobalto, ou LiNiMnCo), LMO/LTO (lítio-manganês spinel), LFP (fosfato de ferro-lítio, ou LiFePO₄) e LVP (fosfato de vanádio-lítio). De acordo com Castro, Barros e Veiga (2013, p. 456):

A bateria mais presente em aplicações comerciais é do tipo LCO, que equipa os telefones celulares e *laptops*, por exemplo. Nos automóveis em comercialização, é possível observar uma relativa variedade de tipos (o modelo Tesla Roadster tem baterias do tipo NCA; os ônibus Orion, da Mercedes, usam LFP; os modelos GM Volt e Nissan Leaf usam LMO; e modelo chinês BYD “e6” e o Toyota Prius *plug-in* usam LFP; e o carro conceito Subaru G4e utiliza LVP).

Para compreender as vantagens das baterias do tipo íon-lítio, Castro e Ferreira (2010), a partir dos dados de Impinnisi (2010), faz um comparativo entre baterias de algumas de suas variáveis, a saber: energia, vida útil, custos, segurança e problemas. A seguir, pode-se observar essas variáveis na Tabela 1 que compara os modelos PbA, NiMH, Zebra e Íon-Lítio (NCA, NMC e LFP).

Tabela 1 - Comparativo entre baterias: variáveis selecionadas

		Energia (Wh/kg)	Vida útil (ciclos)	Custos	Segurança	Problemas
PbA		30-50	200-300	X	Estável	Baixa energia
NiMH		60-80	300-500	3X	Estável	Opção intermediária. Não lidera em custo, nem em desempenho.
Zebra		100-110	>1.000	3X	Estável	Desenvolvimento limitado a uma empresa
Íon-lítio	NCA	100-130	>800	5X	Necessitam de proteção	Custo e segurança
	NMC	100-130	>1.000			
	LFP	90-110	>2.000			

Fonte: Reprodução da adaptação de Castro e Ferreira (2010) dos dados de Impinnisi (2010).

Pelos dados da tabela acima, nota-se que o custo da bateria de íon-lítio é cinco vezes maior do que a de chumbo (PbA). Só que a vida útil da bateria de íon-lítio é quase dez vezes maior do que a de chumbo (PbA).

Seguindo a mesma comparação, a energia gerada pela bateria de íon-lítio, em seus três modelos, é maior do que a bateria de chumbo, alcançando uma média de duas vezes a quantidade de energia gerada pela bateria de chumbo. Com relação à segurança, as baterias de íon-lítio precisam de proteção, enquanto os três tipos são estáveis. No concernente aos problemas, como se pode confirmar pelos dados, os principais problemas das baterias de íon-lítio são custo e segurança.

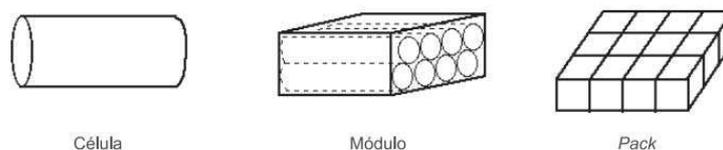
De forma geral, esse é um panorama das potencialidades e dos pontos fracos da bateria de íon-lítio. No modelo da EVS, essa bateria é bem compatível aos propósitos e às funcionalidades do equipamento. O custo está agregado ao valor do produto e a segurança está

em linha com as resoluções do mercado e dos normativos da área. Desse modo, esses pontos, à primeira vista fracos, não são tão relevantes porque já são considerados na lógica do mercado e estão em linha com as práticas das montadoras de veículos elétricos.

4. MOTOCICLETAS ELÉTRICAS EVS VOLTZ É UM PRODUTO AMBIENTAL?

Para discutir se o modelo EVS da Voltz pode ser considerado um produto ambiental, analisa-se, neste tópico, sua bateria íon-lítio – comparando-a com o motor a combustão. De acordo com Castro, Barros e Veiga (2013, p. 460), “o componente básico de uma bateria é a célula. As células são agrupadas em módulos, que posteriormente são agrupados em packs. Em geral, a arquitetura dos packs varia conforme o modelo do veículo”. A seguir, há uma representação das células, módulos e packs de baterias.

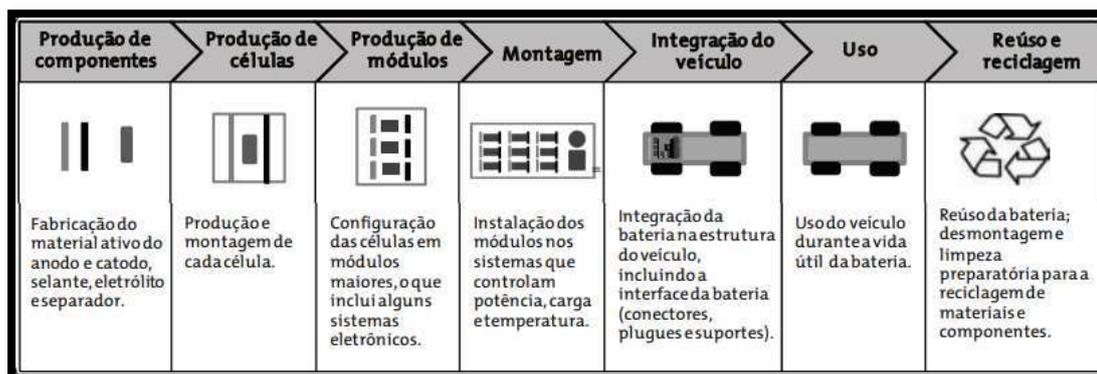
Figura 2 - Células, módulos e packs de baterias



Fonte: Reprodução de Castro e Ferreira (2011) a partir das contribuições de Calstart (2010).

No estudo de Castro, Barros e Veiga (2013), examina-se a cadeia de valor das baterias para veículos elétricos. Embora o estudo enfatize os automotivos híbridos e elétricos, enquanto aqui discute-se as motocicletas elétricas, pode-se notar que existe similaridade entre as duas cadeias. Nesse sentido, a seguir, faz-se a reprodução da cadeia descrita pelos referidos autores:

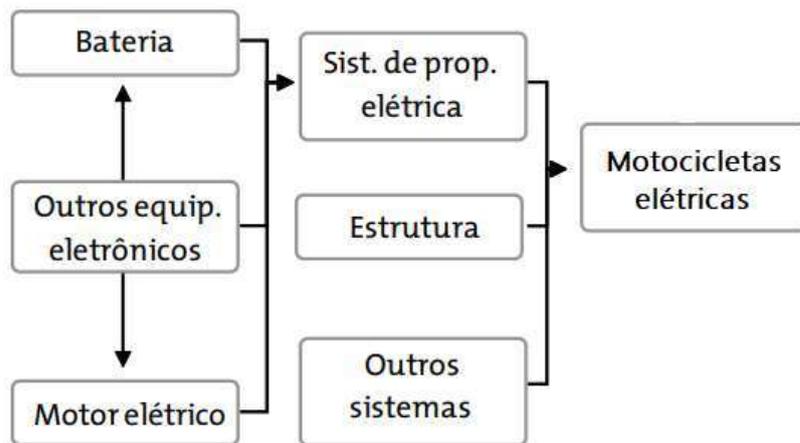
Figura 3 - Cadeia de valor de baterias para veículos elétricos



Fonte: Reprodução de Castro, Barros e Veiga (2013, p. 460) traduzido de Dinger et al. (2010).

No constante ao modelo EVS da Voltz, a bateria de íon-lítio cumpre uma importante função dentro da estrutura organizacional do referido modelo. A seguir, há uma síntese de como essa estrutura está montada e qual a posição de destaque da bateria:

Figura 4 – Estrutura organizacional do modelo EVS Voltz

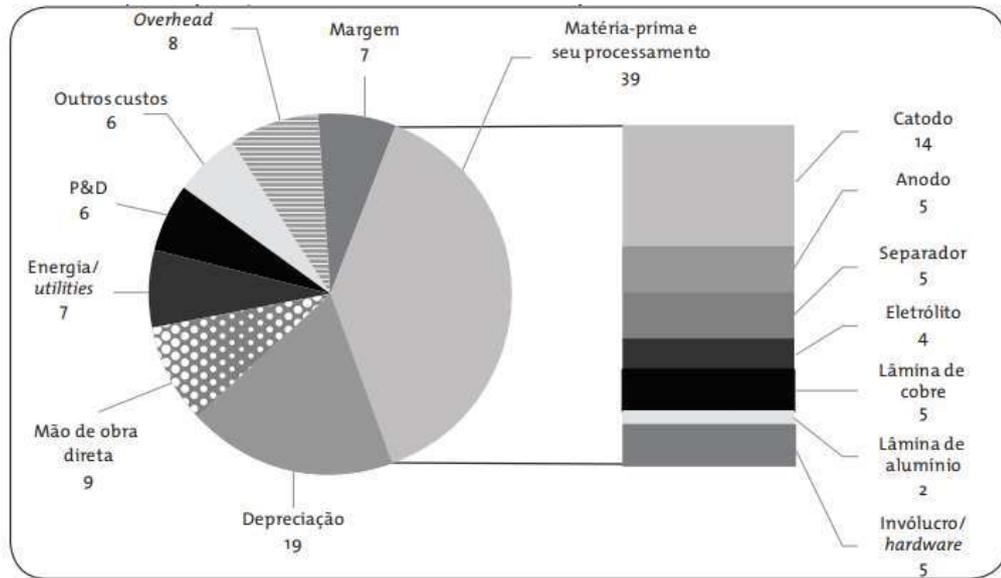


Fonte: Elaboração própria.

Nessa representação, pode-se observar que a bateria se relaciona diretamente com outros equipamentos elétricos e, conseqüentemente, com o próprio motor. Além disso, é o que capacita o sistema próprio de eletricidade do equipamento. Isso torna a bateria parte fundamental da estrutura e dos outros sistemas do veículo. Com isso, constata-se a relevância desse componente.

Voltando às células, o estudo de Castro, Barros e Veiga (2013) apontam a composição de custo de uma célula para bateria de íon-lítio. Para tanto, usa-se o modelo NMC.

Gráfico 1 - Composição de custo de uma célula para bateria de íon-lítio (em %)



Fonte: Reprodução de Castro, Barros e Veiga (2013, p. 461) a partir dos dados de Roland Berger (2011) e com base na tecnologia NMC, excluindo o custo dos módulos e packs.

Diante desses dados, é importante saber qual é o dano ambiental do consumo e do processamento dessa matéria-prima. Sabendo desses dados, comparando com o dano ambiental do motor a combustão, pode-se dizer se a bateria de íon-lítio é ou não um produto ambiental.

Em análise do custo de produção ambiental e social dos veículos elétricos e veículos à combustão, deve ser detidamente analisado o processo de mineração dos produtos base dos automóveis. O lítio e o petróleo respectivamente.

Assim como o petróleo é considerado internacionalmente como o ouro preto, podemos pensar no lítio como o ouro branco da indústria.

A extração do minério utilizado nos veículos elétricos, lítio, matéria prima das baterias, utiliza um processo de maior duração que o utilizado para veículos automotores na conversão do petróleo em fluido para combustão. Sendo assim, é possível enxergar que ambas as produções geram custos ambientais e sociais em tamanhos exorbitantes.

A extração do lítio, igual à mineração do petróleo, durante o seu processo de extração, refino e descarte há agressão ao meio ambiental de forma a gerar a degradação do solo, perda de biodiversidade e contaminação da água e do ar, conforme informações da Friends of the Earth International – FoEI (2013).

Conforme informações da FoEI, são necessários cerca de 2,1 milhões de litros de água para refinar cada tonelada de lítio, quantidade suficiente para produzir as baterias de oitenta carros elétricos com seu módulo de baterias que tem 12 quilos de lítio e cerca de 1.060 motos

elétricas EVS VOLTZ, objeto da discussão, que tem aproximadamente 900 gramas de lítio. Considerando que a maior parte das reservas de lítio é localizada em biomas desérticos, a contaminação e utilização da água no local em que este insumo é considerado raro, tende a gerar custos ambientais e sociais maiores ao solo, à vegetação, aos animais e à população.

Deve-se ressaltar, ainda, a necessidade de considerar no custo ambiental dos veículos elétricos a matriz energética utilizada no local em que o automóvel está sendo utilizado, devendo ser analisado se o Estado utiliza majoritariamente energia renovável ou não.

A não utilização de energia renovável pelo Estado aumenta o custo ambiental do veículo elétrico em comparação aos veículos à combustão. Isto porque, enquanto o processamento dos fluídos à base de petróleo são processados somente uma vez nas refinarias, a energia utilizada na extração e produção do lítio e da bateria dos veículos elétricos somado ao constante carregamento das baterias irá gerar um custo ambiental maior.

Porém, ao longo dos anos o custo ambiental de um veículo elétrico é recompensado, reduzindo o seu impacto ao meio ambiente, enquanto os veículos à combustão tendem a ter um impacto ambiental em constante crescimento.

Desta forma, a redução do impacto ambiental gerado pelos veículos elétricos, levando-se em consideração inclusive à implementação de energias renováveis, a bateria de íon-lítio tende a ser considerada um produto ambiental.

Esses dados ajudam a entender que é preciso incentivar mais as políticas públicas em prol da difusão de veículos elétricos. Sendo ou não um produto ambiental, pode-se compreender que há vantagens em se ampliar a frota desse tipo de veículo.

A seguir, demonstra-se os Estados da Federação que oferecem algum incentivo para o nicho de veículos elétricos em seus territórios:

Tabela 2 - Incentivos selecionados a veículos elétricos no Brasil por UF

UF	IPVA	Outros incentivos
Ceará	Isento	-
Maranhão	Isento	-
Pernambuco	Isento	-
Piauí	Isento	-
Rio Grande do Norte	Isento	-
Rio Grande do Sul	Isento	-
Sergipe	Isento	-
Mato Grosso do Sul	Redução de até 70%	-
Rio de Janeiro	Alíquota de 1% (redução de 75% em relação aos automóveis a gasolina)	-
São Paulo	Alíquota de 3% (redução de 25% em relação aos automóveis a gasolina)	Veículos elétricos não participam do rodízio de placas

Fonte: Reprodução de Castro, Barros e Veiga (2013) a partir dos dados de ABVE (2013).

Como se nota, não são todos os estados do Brasil que oferecem vantagens para a produção de veículos elétricos. Essa é uma realidade que pode mudar com incentivos fiscais e a ampliação de políticas em prol de produtos ambientalmente responsáveis. O caso do modelo EVS da Voltz traz contribuições para a discussão desse tema.

Isto porque, com o objetivo de contribuir para a melhoria das condições socioambientais, observa-se que o governo pode atuar de diversas maneiras para auxiliar nisso. Não é apenas por meio de concessão de isenções fiscais, mas também estabelecendo restrições ao uso de veículos com motor a combustão interna, por exemplo. Isso pode diminuir o impacto ambiental no transporte e no tráfego rodoviário. Com ações como essas, é possível viabilizar o aumento dos veículos elétricos e, ao mesmo tempo, reduzir o impacto do uso de veículos sobretudo em áreas muito urbanizadas. Algumas das contribuições governamentais podem ser, segundo Pessanha *et al.* (2011, p. 3):

- Incentivos governamentais como a redução de taxas e prática de subsídios diretos que alterem a competitividade do VE [Veículos Elétricos] para os possíveis compradores. No caso brasileiro a redução temporária (cinco anos) do IPI e ICMS de todas as espécies de VE será um fator crucial para introdução do VE.
- Na definição justa dos encargos e impostos que incidem sobre o preço da energia elétrica em eletropostos.
- No financiamento da construção da rede de recarga dos VEs.

Por conseguinte, o produto ambiental não é apenas um incentivo a ampliação de equipamentos mais responsáveis, mas também uma oportunidade de se criar culturas mais

atentas aos impactos ambientais. Em conformidade com a Agenda 2030, que define os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Organização das Nações Unidas, temos que ser solidários a soluções que inovem, mas que também tragam oportunidades de aprimoramento aos recursos que temos.

Dentre os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável estabelecido pela Agenda 2030, podemos observar a aplicabilidade de 5 destes objetivos ao estudo em questão. Os objetivos 8, 9, 11, 12 e 13, conforme explica-se:

- Objetivo 8. Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivos e trabalho decente para todos;
 - 8.2 Atingir níveis mais elevados de produtividade das economias por meio da diversificação, modernização tecnológica e inovação, inclusive por meio de um foco em setores de alto valores agregado e dos setores intensivos em mão de obra.
 - 8.3. Promover políticas orientadas para o desenvolvimento que apoiem as atividades produtivas, geração de emprego, decente, empreendedorismo, criatividade e inovação e incentivar a formalização e o crescimento das micro, pequenas e médias empresas, inclusive por meio do acesso a serviços financeiros.

Nota-se pelo Objetivo de nº 8 a sua aplicação no caso em comento levando-se em consideração a implementação das motocicletas elétricas como um novo setor de mercado, com a diversificação, uma vez que o setor de veículos elétricos tem um grande valor tecnológico agregado.

Com a criação e crescimento da indústria das motos elétricas, há a geração de novos empregos nos setores de extração, produção, montagem e, inclusive no setor terciário com o comércio das motos elétricas.

- Objetivo 9. Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.

Subsequentemente, em razão da implementação da indústria das motocicletas elétricas, há promoção da industrialização de forma inclusive e atuação constante do mercado tecnológico na criação de produtos sustentáveis e inováveis, gerando concorrência ao veículo de combustão, obrigando ambos os setores a promover a sustentabilidade.

- Objetivo 11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.
 - 11.3. Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países.

- 11.6. Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros.

Com o implemento das motocicletas elétricas e com o aumento das matrizes energéticas de fontes renováveis, haverá ganho em sustentabilidade e mobilidade urbana, tornando-a uma boa opção de transporte sustentável até 2030.

Com a não emissão de CO² do veículo elétrico, haverá contribuição para a qualidade do ar nas cidades, reduzindo o impacto ambiental negativo per capita.

- Objetivo 12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.
 - 12.6. Incentivar as empresas, especialmente as empresas grandes e transnacionais, a adotar práticas sustentáveis e a integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios.
 - 12.c. Racionalizar subsídios ineficientes aos combustíveis fósseis, que encorajam o consumo exagerado, eliminando as distorções de mercado, de acordo com as circunstâncias nacionais, inclusive por meio da reestruturação fiscal e a eliminação gradual desses subsídios prejudiciais, caso existam, para refletir os seus impactos ambientais, tendo plenamente em conta as necessidades específicas e condições dos países em desenvolvimento e minimizando os possíveis impactos adversos sobre o seu desenvolvimento de uma forma que proteja os pobres e as comunidades afetadas.

Conforme anteriormente apresentado em Tabela 2 – Incentivos selecionados a veículos elétricos no Brasil por UF, o Governo do Brasil tem incentivado o desenvolvimento sustentável mediante políticas públicas de incentivo à população e às empresas, com encorajamento a adoção de práticas ambientalmente amigáveis, impulsionando a disseminação de informações claras com o objetivo de eliminar as distorções de mercado e incentivar o consumo sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objeto de estudo deste artigo é amplo e complexo, porque envolve diversos setores da sociedade para além da área industrial e de Pesquisa e Desenvolvimento. É preciso se ter mais estudos sobre essa temática, uma vez que a literatura ainda é escassa e circunscrita a estudos pontuais, geralmente efetuados por empresas públicas como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES.

Este estudo apontou que os veículos movidos à bateria de íon-lítio possuem potencial para ser um produto ambiental, contudo, atualmente não poderiam ser incluídos nesta categoria, uma vez que existem poucos dados e estudos quanto aos impactos ambientais dos veículos

elétricos, em especial a Motocicleta EVS VOLTZ, considerando a utilização de energia de matriz energética de combustíveis fósseis.

Nesse sentido, uma vez que os veículos elétricos dependem do uso de energias com matriz energética baseada em combustíveis fósseis, inexistente a eliminação total de gás carbônico, mas tão somente a alteração do local desta emissão.

Igualmente, deve ser considerado os custos ambientais de extração, processamento e descarte de seus principais componentes no que se refere a matéria-prima da célula de bateria de lítio.

Em que pese a não possibilidade de classificá-lo atualmente como produto ambiental, os veículos elétricos contribuem para o cumprimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, uma vez que a transferência do local de emissão de gás carbônico para as usinas, possibilita a melhora na qualidade do ar nos centros urbanos. De igual forma, o uso de veículos elétricos impacta a mobilidade urbana no sentido de aumentar e melhorar a qualidade de vida.

Não obstante, com o crescimento científico-tecnológico e com a transição da indústria de energia com mudança das matrizes energéticas à carbono para renováveis, futuramente o veículo elétrico poderá ser considerado um produto sustentável e ambiental.

Por isso, o estudo que foi realizado contribui para essa discussão, uma vez que discute as origens da matéria-prima, seu processamento, uso e reuso para responder questões relevantes ao consumo de produtos ambientalmente mais responsáveis.

REFERÊNCIAS

ABVE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. **Incentivos para veículos elétricos no Brasil**. 2013 Disponível em: <http://www.abve.org.br/incentivos.asp>. Acesso em: 29 dez. 2022.

BERMÚDEZ-RODRÍGUEZ; CONSONI 2021.

CALSTART. **Energy storage compendium: batteries for electric and hybrid heavy duty vehicles**. Pasadena, CA: Calstart, mar. 2010.

CASTRO, B. H. R. de; BARROS, D. C.; VEIGA, S. G. da. Baterias automotivas: panorama da indústria no Brasil, as novas tecnologias e como os veículos elétricos podem transformar o

mercado global. **BNDES Setorial**, Automotivo, n. 37, p. 443-496, 2013. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1511> Acesso em: 29 dez. 2022.

DINGER, A. et al. **Batteries for electric cars**: challenges, opportunities, and the outlook to 2020. BCG Focus, 2010.

FENAVRAVE - FEDERAÇÃO NACIONAL DA DISTRIBUIÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Mais motos e conectadas**. 2022. Disponível em <https://www.fenabrave.org.br/portaly2/Noticia/17380>. Acesso em: 29 dez. 2022.

FoEI – FRIENDS OF THE EARTH INTERNATIONAL. **Lithium**. 2013. Disponível em https://www.foeeurope.org/sites/default/files/publications/13_factsheet-lithium-gb.pdf. Acesso em: 06 nov. 2023

GEELS, F.W. The dynamics of transitions in socio-technical systems: A multi-level analysis of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860-1930). **Technology Analysis and Strategic Management**, v. 17, n. 4, p. 445-476, 2005.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IMPINNISI, P. R. **Baterias para VE**. Oficina de trabalho sobre veículos elétricos, BNDES, Rio de Janeiro, 12.5.2010.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

PAOLI, L.; GÜL, T. Electric cars fend off supply challenges to more than double global sales. **IEA - International Energy Agency**. 30 jan. 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/commentaries/electric-cars-fend-off-supply-challenges-to-more-than-double-global-sales> Acesso em: 29 dez. 2022.

PESSANHA, J. F. M. et al. Cenários para o mercado de veículos elétricos na cidade do Rio de Janeiro. **IV CBEE – Juiz de Fora – MG – Brasil - 28 a 31 de Agosto de 2011**. Disponível em:

http://www.gruve.eng.uerj.br/download/85010_1x.pdf Acesso em: 29 dez. 2022.

PRUGH, T.; RENNER, M. (org.). **Estado do Mundo 2014: Como Governar em Nome da Sustentabilidade**. Tradução de Claudia Strauch. Worldwatch Institute. Salvador, BA: Uma Ed., 2014.

SANTOS, ANA CAROLINA FABRICIO DA ROCHA. **Análise da viabilidade técnica e econômica de um veículo elétrico versus veículo a combustão**. 2017. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/12590/TCCE_EEAPP_EaD_2017_SANTOS_A NA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 22 nov. 2023.

VARELLA, M. D. **Direito Internacional Econômico Ambiental**. Belo Horizonte: Del Rey, 2004.