

POSICIONAMENTO DE QUATRO MONTADORAS DE ÔNIBUS EM RELAÇÃO A ELETRIFICAÇÃO DA FROTA

POSITIONING OF FOUR BUS MANUFACTURES IN RELATION TO FLEET ELECTRIFICATION

Felipe Ferreira de Lara^{1,2}, Alessandro dos Santos¹, Felipe Aureliano Simoni¹, Noemia Karina da Silva Vieira¹

RESUMO

Os desafios relacionados as estratégias de produção para as montadoras visando a mobilidade sustentável se amplificaram nas últimas duas décadas. Políticas públicas de incentivo a redução do uso do automóvel e da emissão de poluentes tem se multiplicado em todo o mundo, e uma das soluções mais divulgadas está relacionada ao incentivo do uso do transporte público. Nesse sentido, é importante a partir de uma perspectiva estratégica que a montadora se posicione em relação à adoção de tecnologias que promovam a competitividade dentro desse contexto, e um desafio que envolve certo grau de incerteza para uma montadora é o processo de tomada de decisão para a motorização elétrica da frota. Sendo assim, a presente pesquisa se propõe a analisar o posicionamento de quatro montadoras de ônibus com atuação no Brasil diante dos desafios de uma transição para a eletrificação da frota. Como principal resultado de pesquisa foi possível observar que, embora exista uma disponibilidade de diferentes tecnologias de propulsão para a indústria automotiva para a frota de ônibus, fato que aumenta ainda mais as incertezas para as montadoras, diferentes tecnologias podem coexistir e há um campo de desenvolvimento consolidado para a eletrificação da frota em transportes públicos.

Palavras-Chave: Mobilidade Urbana, Ônibus Elétrico, Tecnologias em recarga, Motorização elétrica, Transporte público Sustentável.

ABSTRACT

The challenges related to production strategies for automakers aiming at sustainable mobility have amplified in the last two decades. Public policies to encourage the reduction of car use and pollutant emissions have multiplied worldwide, and one of the most publicized solutions is

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Câmpus Boituva, R. Zélia de Lima Rosa, 100 - Recanto das Primaveraes I, Boituva - SP, 18552-252

² Autor para correspondência: fflara@ifsp.edu.br

related to the encouragement of the use of public transportation. In this sense, it is important from a strategic perspective that the automaker positions itself in relation to the adoption of technologies that promote competitiveness within this context, and a challenge that involves a certain degree of uncertainty for an automaker is the decision-making process for the electric motorization of the fleet. Thus, this research aims to analyze the positioning of four bus manufacturers operating in Brazil in the face of the challenges of a transition to fleet electrification. As a main research result it was possible to observe that, although there is an availability of different propulsion technologies for the automotive industry for the bus fleet, a fact that further increases the uncertainties for automakers, different technologies can coexist and there is a consolidated development field for fleet electrification in public transport.

Keywords: Urban Mobility, Electric Bus, Recharging Technologies, Electric Motorization, Sustainable Public Transport.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Costa (2018), atualmente a mobilidade urbana no Brasil apresenta limitações nas políticas de transporte público coletivo e ativo, incentivos ao veículo individual e contingenciamento de recursos. Como resultado no uso intenso do automóvel como meio de transporte, é possível observar o aumento das emissões com relevantes impactos ambientais, assim como os impactos econômicos e sociais ocasionados pelas mortes e sequelas do trânsito e pela falta de acesso à direitos e oportunidades.

Sendo assim, é possível observar a mobilidade urbana como um tema transversal em todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente pela possibilidade de o tema aglutinar e ampliar a visualização dos impactos e qualificar os debates e integração dos objetivos e metas.

Nesse sentido, novos meios de se pensar a mobilidade surgem todos os anos em todo o mundo, porém a eletrificação da frota rodoviária continua um tema em discussão. De acordo com Lima, Silva e Albuquerque Neto (2019), deve-se destacar que a eletrificação do transporte urbano não é uma abordagem nova, contudo as tecnologias usadas atualmente são.

Os primeiros veículos elétricos surgiram ainda na passagem do século XIX para o século XX e antecederam os primeiros veículos que se utilizavam de motores a combustão interna desenvolvidos por Gottlieb Daimler e Karl Benz, na Alemanha em 1885. As indústrias de

veículos elétricos, além de terem sido prósperas, propiciaram o desenvolvimento socioeconômico ocidental. Linhas de ônibus elétricos, por exemplo, ganhavam espaços nas ruas de Londres por volta de 1886. Porém, ao longo do século XX, a motorização elétrica não se mostrou eficaz para enfrentar a concorrência iniciada pelo Ford T, que expandiu o uso dos motores a combustão como tecnologia dominante durante todo o século (CHAUD; GALVÃO, 2013).

No entanto, devido às pressões regulamentadoras para veículos com menores índices de poluentes por parte de diversos governos nas últimas décadas, especialmente na Europa, o interesse no veículo elétrico foi retomado no início do século XXI, e vem se tornando uma alternativa viável ao veículo tradicional, de motor a combustão, dada a necessidade de redução das emissões de CO₂ no transporte rodoviário. (LAFRANQUE, 2015). A eletrificação da frota de ônibus no Brasil, um dos principais países no mundo em relação ao uso e ao desenvolvimento tecnológico quando o assunto é o transporte público, também traz contribuições para esse campo e poderá contribuir para o consumo sustentável e para o meio ambiente (EPE, 2020).

Por outro lado, uma vez que a implementação da eletrificação da frota é um processo de transição frente a motorização à combustão, autores como Geels e Schot, (2007); Markard, (2011); Markard, Raven e Truffer, (2012), afirmam que essa transição é um conjunto de processos que levam a uma mudança fundamental nos sistemas de transportes. Esse processo de transição passa por etapas, desde o seu pré-desenvolvimento, aceleração, maturidade até alcançar a fase de estabilização, onde é a fase que os regimes se transformam e se modificam (NILDA, 2017).

No entanto, a transição envolve mudanças em diversas dimensões: tecnológica, material, organizacional, institucional, política, socioeconômica e sociocultural. Em uma transição, novos produtos, serviços, modelos de negócios e organizações surgem e o entendimento do consumidor sobre o que estabelece um determinado serviço ou tecnologia muda consideravelmente (LARA, 2019).

Desse modo, a pesquisa se propõe a analisar o posicionamento de quatro montadoras de ônibus com atuação no Brasil diante dos desafios de uma transição para a eletrificação da frota. Para isso, a pesquisa se divide em um tópico relacionado ao referencial teórico, que se subdivide, por sua vez, em mobilidade urbana sustentável, eletrificação da frota de ônibus e uma breve apresentação das principais tecnologias envolvidas. Na sequência, apresenta-se o método de pesquisa, para se debater os resultados obtidos. E, por fim, apresentam-se as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

Há pouco mais de sessenta anos, o deslocamento das pessoas nas maiores cidades brasileiras era realizado predominantemente por modalidades públicas coletivas, com destaque para os sistemas sobre trilhos, em especial os bondes elétricos, e pelo transporte não motorizado (CARVALHO, 2016).

Com o passar dos anos as cidades começaram a enfrentar desafios na mobilidade. Entre eles podemos destacar a expansão populacional dos grandes centros, a centralização das atividades urbanas e a falta de investimento no transporte (RICHTER, 2018).

Sobre a expansão populacional, uma das causas é a chance que as pessoas buscam para encontrar uma vida melhor, pois muitas delas saem da zona rural, do interior, em busca dessa possibilidade nas grandes cidades. Dessa maneira, começam os problemas no transporte urbano. Assim, há uma extrema urgência em considerar o planejamento urbano, que atualmente parece ser construído sem se levar em conta as necessidades do ser humano (RICHTER, 2018).

Apesar da existência da Lei que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana no Brasil, até o momento, pouco foi feito para resolver os problemas na mobilidade no país. Como as decisões tomadas têm se mostrado com dificuldades para se efetivarem em reais políticas públicas nesse setor, poucas cidades dispõem de meios para se desenvolver, investir e concretizar a visão de mobilidade urbana sustentável. O sistema de transporte é o resultado da cadeia produtiva, que não é controlada por uma organização, mas sim o resultado da interação, que envolve diferentes organismos, instituições e pessoas no ambiente de vida (PALMER, 2010).

Mas não basta apontar os desafios sem buscar soluções. É basicamente acompanhando novas práticas de urbanização que teremos meios de melhorar a mobilidade atual. Portanto, mesmo em cidades de pequeno e médio porte, a construção de cidades inteligentes pode ser uma das soluções para o transporte urbano, pois considerar um modelo urbano sustentável que atenda às necessidades das pessoas é a premissa mais interessante (RICHTER, 2018).

Contudo, o território não é apenas um conjunto de lugares, mas também, o conjunto de fluxos que ligam esses lugares (SILVA, 2015), concentrar várias atividades de bens, comércio e serviços em um mesmo local, tem como função aliviar a necessidade de transporte de pessoas para outros locais. O foco dos trabalhos em muitas cidades, ainda é desenvolver os centros

urbanos e criar aberturas para liberação de tráfego e avançar junto com o aumento dos veículos particulares.

O impacto dos veículos a diesel nas emissões de carbono é apenas um dos motivos da transição para a tecnologia elétrica. Além das influências climáticas, a ligação entre a poluição do ar e doenças fatais e não fatais também é amplamente reconhecida. A principal causa das doenças é o material particulado (MP), emitido em grandes quantidades pelos motores a diesel, que dominam os transportes no Brasil (CETESB, 2020).

Material particulado é uma mistura de partículas sólidas e líquidas suspensas no ar. O procedimento de medição leva em conta as emissões de partículas com diâmetro de 10 micrômetros ou menos (MP10) e de 2,5 micrômetros ou menos (MP2,5) – estas últimas mais danosas aos humanos (CETESB, 2020).

No Brasil, estima-se que a poluição do ar nas principais regiões metropolitanas e capitais está associada a 20,5 mil mortes por doenças cardiovasculares e respiratórias a cada ano, sendo responsável por 5,2% das doenças respiratórias em crianças, e 8,3% entre adultos (WRI Brasil, 2020).

Além de responder por grande parte do total das emissões de gases de efeito estufa, as emissões do setor de transportes também têm um grande impacto na qualidade do ar nos centros urbanos. Ao considerar a importância desse setor para o desenvolvimento urbano e a tendência de crescimento da população urbana, é urgente minimizar o impacto desse setor no meio ambiente (WRI Brasil, 2017).

À medida que a população urbana continua a crescer, encontrar meios de transporte sustentáveis e econômicos torna-se uma tarefa crítica. A introdução de ônibus elétricos é uma das maneiras mais promissoras de reduzir as emissões de gases do efeito estufa, poluentes prejudiciais à saúde e a poluição sonora, especialmente no Brasil que apresenta alta porcentagem de energias provenientes de fontes limpas e renováveis (ANTP, 2019).

2.2 ELETRIFICAÇÃO DA FROTA DE ÔNIBUS

A eletrificação das frotas de ônibus é uma oportunidade para se repensar e aprimorar toda a rede de transporte público, priorizando a mobilidade urbana para garantir maior velocidade e confiabilidade ao sistema. A qualidade de vida dos usuários e da população pode ser melhorada, não apenas as questões climáticas e a poluição do ar, o que traz outros benefícios para as pessoas que se deslocam nas cidades diariamente (ITDP, 2020).

A China começou a incorporar ônibus movidos a novas fontes de energia em 2009. Desde então, o número de ônibus movidos a energia elétrica aumentou rapidamente. Além disso, o país que possui uma matriz energética majoritariamente baseada no carvão, reduziu as emissões de CO₂ anuais dos ônibus em 48% (ITDP, 2020).

No Brasil, considerando que 65,5% da energia elétrica do país é gerada por hidrelétricas, esses benefícios podem ser ainda maiores, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2014). Como os ônibus elétricos não emitem gases nocivos à saúde em suas operações diárias, eles possuem um ciclo de vida sustentável e apresentam grande potencial de redução das emissões locais e atmosféricas (ITDP, 2020).

Uma vez que o setor de transportes é um dos maiores emissores de dióxido de carbono do Brasil e o país utiliza a queima de combustíveis fósseis em grande parte das viagens, a eletrificação dos veículos rodoviários conjuntamente com o estímulo ao uso do transporte público a partir desta tecnologia, tal fato surge como uma opção relevante para superar o problema da poluição atmosférica (LIMA et al., 2019).

No entanto, deve-se notar que, para que os benefícios da eletrificação do transporte realmente se efetivem, a energia elétrica que alimenta o transporte deve vir de fontes de energia limpas e renováveis, considerando que as hidrelétricas também apresentam impactos ambientais na produção de energia (LIMA et al., 2019).

A eletrificação do transporte urbano não é um assunto novo, porém novas tecnologias ganharam maior importância na última década. Embora o motor de combustão interna tenha maior flexibilidade operacional, a eficiência energética dos motores elétricos se mostra muito superior. De forma mais específica, os motores inteiramente elétricos possuem eficiência total de aproximadamente 95% contra cerca 30% do motor à combustão (ABVE, 2020).

No entanto, a transição para uma frota elétrica nos transportes públicos ainda apresenta algumas barreiras. Dentre elas destacam-se o alto custo de investimento inicial dos ônibus elétricos frente aos movidos a diesel, a incerteza quanto ao valor residual do veículo, assim como quanto ao descarte ou reutilização da bateria ao fim da vida útil do veículo além das pressões da cadeia de fornecimento de combustível dos motores à combustão interna (LIMA et al., 2019).

2.3 TIPOS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Os veículos totalmente elétricos utilizam a eletricidade armazenada nas baterias para a alimentação do motor elétrico. Essas baterias são recarregadas conectando o veículo a carregadores externos ou na rede.

Veículo elétrico é um tipo de veículo propulsionado por um ou mais motor(es) elétrico(s), para transportar ou conduzir pessoas, objetos ou uma carga específica. O motor elétrico usa energia química armazenada em baterias recarregáveis, que depois é convertida em energia elétrica para alimentar um motor que fará a sua conversão em energia mecânica, possibilitando que o veículo se mova (COSTA, 2018).

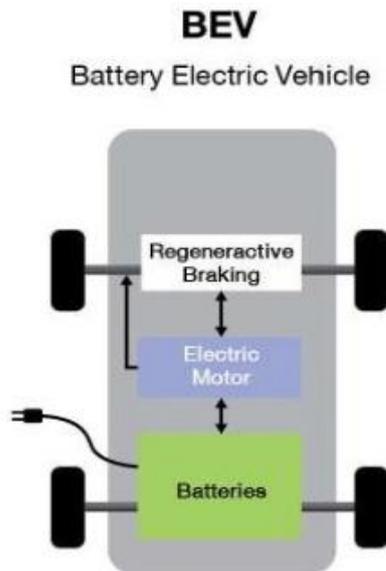
Veículo híbrido é aquele que utiliza duas fontes de potência diferenciadas, no intuito de produzir energia e movimento. Adota-se como critério geral que um veículo híbrido é composto por um motor de combustão interna, e um outro elétrico. Assim, alguns autores consideram os veículos híbridos como uma categoria especial dos veículos elétricos, pois também são tracionados por energia elétrica (COSTA, 2018).

De acordo com os autores Costa (2018) e FGV (2017) os veículos elétricos se dividem, portanto, nas categorias a seguir:

a) Plug in Electric Vehicle (PEV)

De maneira resumida, o PEV se refere a qualquer tipo de veículo do modal rodoviário que pode ser carregado por uma fonte de eletricidade externa. Ele se divide em duas categorias: Battery Electric Vehicle (BEV) e PlugIn Hybrid Electric Vehicle (PHEV), onde a eletricidade que recarrega as baterias é fornecida por uma tomada ligada à rede elétrica de distribuição de energia (COSTA, 2018). A Figura 1 apresenta o modelo de veículo elétrico a bateria (BEV).

Figura 1 - Battery Electric Vehicle (BEV).

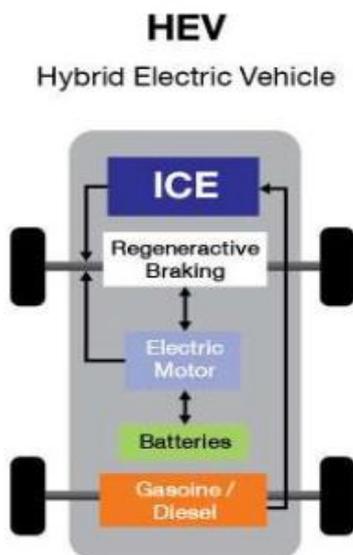


Fonte: THAIAUTO (2019).

b) Hybrid Electric Vehicle (HEV ou FHEV)

O motor principal que propulsiona o veículo é à combustão interna. A função do motor elétrico é apenas melhorar a eficiência do motor à combustão interna ao fornecer tração em baixa potência. Logo, ele é um híbrido paralelo. A eletricidade para o motor elétrico é fornecida pelo sistema de frenagem regenerativa do veículo (FGV, 2017). A Figura 2 apresenta o modelo de veículo elétrico híbrido (HEV ou FHEV).

Figura 2 - Hybrid Electric Vehicle (HEV ou FHEV).

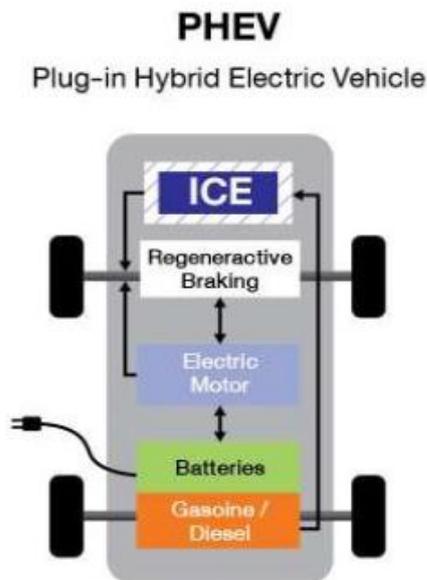


Fonte: THAIAUTO (2019).

c) Plug-In Hybrid Electric Vehicle (PHEV)

É um veículo elétrico híbrido plug-in, cujo motor à combustão interna também é o principal, mas eles podem, além disso, receber eletricidade diretamente de uma fonte externa por carregamento a cabo. Assim como o HEV, o PHEV é um híbrido paralelo. Como também utiliza combustíveis tradicionais (fósseis ou biocombustíveis), quando comparado ao BEV, o PHEV geralmente garante uma maior autonomia (FGV, 2017). A Figura 3 apresenta o modelo de veículo elétrico híbrido plug-in (PHEV).

Figura 3 - Plug-In Hybrid Electric Vehicle (PHEV).

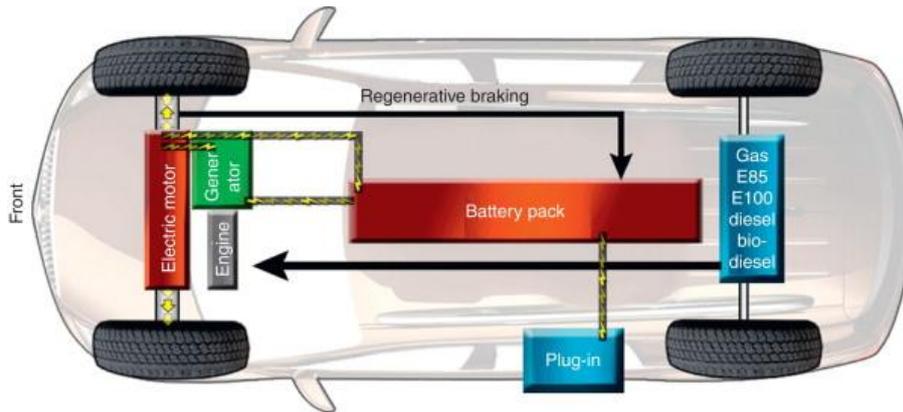


Fonte: THAIAUTO (2019).

d) Extended Range Electric Vehicle (EREV)

É um híbrido do tipo em série: o motor principal é o elétrico – que é alimentado diretamente por uma fonte elétrica externa – com o motor à combustão interna fornecendo energia a um gerador, que mantém um nível mínimo de carga da bateria, fazendo com que o E-REV tenha alcance estendido (FGV, 2017). A Figura 4 apresenta o modelo de veículo elétrico com extensor de alcance (EREV).

Figura 4 - Extended Range Electric Vehicle (EREV).



Fonte: SCIENCEDIRECT (2014).

E a seguir alguns exemplos atuais de ônibus elétricos comerciais:

a) Citaro Bus

Veículo 100% elétrico possuindo motores de cubo de quatro rodas com potência contínua de 60 kW. Em alguns países ele foi convertido para o modelo híbrido. Em 2017 o veículo foi comprado em alguns estados do Brasil, como São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (MERCEDES BENZ, 2020).

b) Volvo 7900 Eletric

Esse modelo traz basicamente três propósitos, ser um ônibus silencioso, limpo e sem emissões de poluentes. Possui um motor elétrico de 160 kW com um sistema de armazenamento com uma bateria de íon de lítio de 76 kWh (VOLVO, 2020).

c) BYD K9

Esse modelo é fabricado em vários países como China, Europa, Estados Unidos e no Brasil, na cidade de Campinas-SP. O ônibus pesa 13,5 toneladas tem dois motores elétricos com potência total de 180 kW. Além do modelo mencionado, a montadora tem outros modelos de ônibus elétricos no mundo e todos 100% elétricos divididos entre transporte urbano e rodoviários (BYD, 2020).

3. MÉTODO DE PESQUISA

A presente pesquisa se classifica como descritiva, de abordagem qualitativa e se utiliza de um estudo multicase como método de procedimento de acordo com a tipologia de Gil (2002). A coleta de dados se deu por meio da leitura dos Relatórios de Responsabilidade Social Corporativa das montadoras, assim como também foram utilizados conteúdos obtidos nos endereços eletrônicos das organizações.

Foram analisados os relatórios de responsabilidade social corporativa de quatro subsidiárias brasileiras de montadoras de ônibus:

- a) Grupo TRATON, com sede em Munique, Alemanha. É a denominação do conglomerado do qual fazem parte a Volkswagen Truck & Bus, que reúne as marcas RIO, MAN, Scania e Volkswagen Caminhões e Ônibus. Os veículos são fabricados em 29 locais de produção e montagem em 17 países. A empresa emprega cerca de 82 mil funcionários em todo o mundo (TRATON, 2020).
- b) Mercedes-Benz, com sede em Stuttgart, Alemanha, é controlada pelo grupo Daimler AG e emprega 304 mil funcionários em todo o mundo (DAIMLER, 2019).
- c) Volvo Buses, com sede em Gotemburgo, Suécia, é controlada pelo grupo AB Volvo e emprega cerca de 95 mil funcionários, possui instalações de produção em 18 países e vende seus produtos em mais de 190 mercados (VOLVO, 2021).
- d) BYD, com sede em Xiam, China, está presente em 50 países e mais de 300 cidades. Superando 220 mil funcionários distribuídos em mais de 30 fábricas em todo o mundo (BYD, 2018).

Primeiramente foi realizada a pré-análise dos dados, com o intuito de organizar as primeiras informações identificadas e possibilitar a sua sistematização. Essa primeira leitura possibilitou colher um panorama geral e organizar as informações obtidas a partir das categorias de análise, relacionando-as ao paradigma da mobilidade sustentável. As categorias de análise utilizadas na pesquisa são:

- a) Inovações em tecnologias de recarga
- b) Inovações em motorização elétrica
- c) Inovações em transporte público elétrico

Quando identificado, foi considerado todo o trecho do conteúdo referente, com o objetivo de captar a ideia completa em torno do termo (BARDIN, 2004). Por fim, como último estágio da pesquisa, foram feitas análises referentes aos significados atribuídos à eletrificação da frota. Nesta etapa consolidou-se a categorização, constituindo-se na classificação dos elementos segundo suas semelhanças e características comuns (BARDIN, 2004).

4. RESULTADOS

4.1 GRUPO TRATON

Grupo TRATON é a denominação das marcas RIO, MAN, Scania e Volkswagen Caminhões e Ônibus desde o ano 2018. Com a mudança, o Grupo Volkswagen Truck & Bus, que é uma subsidiária integral da Volkswagen AG, quer mostrar mais independência nas operações e reforçar a estratégia para liderança mundial no segmento de veículos pesados (DIARIO DO TRANSPORTE, 2018).

Segundo o CEO do Grupo Volkswagen Truck & Bus e membro do Board da Volkswagen AG, Andreas Renschler, a decisão não se limitou a uma troca de nome, mas sim a ligação da imagem do grupo a um novo momento do setor de transportes. Para o grupo, o setor de transporte passa por uma transformação (DIARIO DO TRANSPORTE, 2018).

4.1.1 INOVAÇÕES EM TECNOLOGIA DE RECARGA

A demanda por frete e deslocamento de passageiros tem novas características, e os prestadores de serviços de transporte e seus clientes estão cada vez mais interessados em uma mobilidade mais sustentável, como a propulsão elétrica e a melhoria da eficiência energética com redução de CO₂ (VWCO, 2020). A escassez de recursos naturais e as consequências graduais das mudanças climáticas são fatores centrais sendo estudados. As empresas de transporte e logística enfrentam o desafio de reduzir as emissões de CO₂ e desenvolver métodos inovadores para produtos livres de emissões e eficientes em termos de recursos. O GRUPO TRATON está fazendo esse trabalho em vários níveis (TRATON, 2019).

Em 2018, a 67^a Edição do IAA Commercial Vehicles que acontece em Hannover, na Alemanha, teve como um dos lançamentos o e-Flex, veículo que conta com um sistema flexível para eletrificação (ATR BRASIL, 2018). O modelo possui uma configuração modular que tem por objetivo contemplar todas as variantes da mobilidade elétrica sendo elas: veículo elétrico a bateria (BEV, na sigla em inglês); híbrido elétrico (HEV); híbrido elétrico plug-in (PHEV); e veículo elétrico com autonomia estendida (EREV). Além disso, pode operar como um veículo 100 % elétrico utilizando o conceito plug-in, ou pode usar um grupo gerador movido por um dos motores a biocombustível mais eficientes do mundo, Volkswagen 1.4 TSI Flex ou a versão a gás natural, ou ainda o biometano 1.4 TGI (VOLKSWAGEN, 2019).

4.1.2 INOVAÇÕES EM MOTORIZAÇÃO ELÉTRICA

Os sistemas de acionamento elétrico desempenham um papel fundamental para o TRATON GROUP de acordo com o posicionamento da empresa, observado nas leituras de dados institucionais. Eles fornecem a oportunidade de usar eletricidade de recursos renováveis diretamente para o transporte. A expectativa é que os ônibus elétricos percorram 350 quilômetros de alcance cobertos com a nova tecnologia de recarga. E tudo isso será possível com a tecnologia do Lion's City 12 E, que possui seu motor diretamente no eixo. Possui também uma bateria modular com capacidade de 480 kWh com sistema de célula de bateria, resultando em uma força elétrica de 160 kW podendo chegar até 240 kW (TRATON, 2019). A Figura 5 apresenta o modelo eBus MAN – Lion's City 12E.

Figura 5 - eBus Lion's City 12E



Fonte: Traton (2021).

4.1.3 INOVAÇÕES EM TRANSPORTE PÚBLICO ELÉTRICO

Como já citado no tópico de inovação em tecnologia de recarga, o e-Flex é uma das inovações da Volkswagen, a empresa acredita que a introdução do modelo ao mercado será mais rápida, considerando que não exige infraestrutura de recarga como os modelos 100% elétricos. Tem como característica o motor Volkswagen 1.4 TSI dos automóveis atuando como gerador de energia para as baterias, sendo acionado somente nos momentos nos quais as baterias não têm energia suficiente para movimentar o veículo, portanto sendo desativado assim que

houver carga suficiente disponível. O protótipo conta com baterias com 650 V, instaladas no teto, podendo abrigar de 80 a 400 Kw/h (MOBILIDADE, 2020).

O objetivo do desenvolvimento deste modelo é a prestação de serviços para aplicações em mobilidade urbana na modalidade de distribuição do sistema de transporte público. Segundo Roberto Cortes, presidente da Volkswagen Caminhões e Ônibus, o projeto ainda tem custos devido aos entraves relacionados ao preço do diesel, entretanto não há dúvidas de que do ponto de vista de investimento inicial e operacional, os custos começarão a ser iguais em cinco anos (MOBILIDADE, 2020).

4.2 BYD

Pioneira em soluções de armazenamento e uso de energia e veículos elétricos com zero emissão de poluentes. O foco da empresa é “construir um futuro sustentável alimentado por eletricidade, em que cidades e natureza coexistam pacificamente e onde o ar puro e limpo esteja garantido.” (BYD, 2020).

A empresa foi fundada em 1998 pelo químico Wang Chuanfu, porém, apenas em 2008 foi iniciado a produção do primeiro ônibus elétrico da marca, o BYD K9. Desde então a empresa cresceu exponencialmente e então, em 2014 a empresa chega no Brasil para trazer desenvolvimento em mobilidade elétrica. Em 2015 a cidade de Campinas recebeu 10 veículos elétricos, sendo a primeira frota de ônibus elétricos no Brasil. No ano de 2016, ainda na cidade de Campinas, o país recebeu a primeira fábrica da montadora. No ano de 2019, a empresa evitou cerca de 222 toneladas de CO₂ na atmosfera e então se consagra a líder no mercado de ônibus 100% elétricos na região da América Latina (BYD, 2021).

4.2.1 INOVAÇÕES EM TECNOLOGIA DE RECARGA

A BYD é líder mundial em carros elétricos, vans, ônibus, empilhadeiras e outros 100% elétricos. Porém, a empresa não traz só inovações em seus produtos, trazem também soluções. Nesse quesito temos seus próprios módulos de baterias embarcados de tecnologia, trazendo mais durabilidade e desempenho. Uma de suas funções é monitorar a tensão e temperatura de cada célula, trazendo mais autonomia para manutenção e inspeção do produto (BYD, 2020). A Figura 6 mostra um exemplo de uma bateria de seus veículos.

Figura 6 - Bateria BYD



Fonte: VALOREENERGIASOLAR (2021)

Outra solução que a empresa traz é na fabricação de módulos fotovoltaicos e o sistema de armazenamento de energia. No caso dos módulos, eles proporcionam independência energética e economia, pois podem ser aplicados em áreas urbanas, rurais, industriais, comércios, residências, condomínio e usinas. Com o módulo instalado é possível realizar o carregamento por *plug-in* nos pontos determinados. Eles possuem baixa manutenção e são uma fonte de energia 100% limpa e renovável. Já os sistemas de armazenamento da BYD, contam com tecnologia de baterias a fosfato de ferro lítio que tem maior vida útil e possuem um sistema de recarga rápida, podendo ser aplicado em áreas urbanas, rurais, industriais e afins, e são uma fonte de energia 100% limpa e renovável. (BYD, 2020). A Figura 7 apresenta Módulos fotovoltaico e Sistema de Armazenamento de Energia.

Figura 7 - Módulos fotovoltaico e Sistema de Armazenamento de Energia



Fonte: BYD (2021).

4.2.2 INOVAÇÕES EM MOTORIZAÇÃO ELÉTRICA

O princípio básico que orienta a avaliação de substituição entre as tecnologias de motorização é o ponto de equilíbrio financeiro, ou seja, o equilíbrio entre os custos fixos e variáveis avaliados de forma comparativa entre as alternativas de motorização. Os modelos elétricos devem, na verdade, indicar que a medida de substituição é um projeto de investimento financeiramente vantajoso (EPE, 2020).

A BYD apresentou o modelo D9A com chassis 100% elétrico, desenvolvido para aplicação urbana e rodoviária para carrocerias com até 13,2 metros e estrutura constituída por materiais de alta resistência à torção e à flexão. Suspensão pneumática integral e conforto aos passageiros e motorista (BYD, 2018). A Figura 8 apresenta o modelo D9A da BYD.

Figura 8 - Modelo D9A



Fonte: FUTURETRANSPORT (2018).

O motor BYD-2912TZ-XY-A está integrado em cada uma das rodas do eixo traseiro, contando com um módulo de controle eletrônico de tração e tem autonomia de até 250 km (BYD, 2018). A BYD apresentou o modelo D9F, em operações de fretamento e linhas de rodoviárias de curtas e medias distancias. O motor integrado é o mesmo do modelo D9A porém proporcionam até 402cv de potência máxima, freios a disco com sistema ABS e sistema de freio regenerativo que proporciona maior economia e autonomia do veículo, autonomia de até 300 km, não poluente e silencioso em ambos os modelos (BYD, 2020). A Figura 9 apresenta o modelo D9F da BYD.

Figura 9 - Modelo D9F



Fonte: ESTRADAO (2020)

4.2.3 INOVAÇÕES EM TRANSPORTE PÚBLICO ELÉTRICO

A BYD entregou o primeiro ônibus articulado 100% elétrico, fabricado no Brasil para a linha verde de São José dos Campos em São Paulo. A apresentação do modelo contou com a presença do diretor Institucional e Head da Unidade de Ônibus da BYD Brasil, Marcello Von Schneider, que mais uma vez sinalizou a vantagens que cidade tem ao escolher a eletrificação para seus cidadãos como meio de transporte (BYD, 2021).

A novidade se trata do primeiro VLP (Veículo Leve sobre Pneus), modelo da carroceria Attivi Express, desenvolvido em parceria com a Marcopolo, o veículo é especialmente projetado para um chassi articulado com propulsão 100% elétrica, zero gases nocivos e emissão de ruído, mais econômico, menores custos de manutenção e melhor desempenho. O modelo possui 22 metros de comprimento, baterias de fosfato ferro lítio (LifePO4), com autonomia de 250 km com uma carga completa de três horas e capacidade para 168 passageiros, além dos espaços para cadeirantes. Até outubro de 2021 a BYD pretende entregar os 12 ônibus articulados, de 22 metros (BYD, 2021). A Figura 10 apresenta o modelo VLP Articulado.

Figura 10 - VLP Articulado 100% Elétrico



Fonte: INSIDEEVS (2021).

4.3 VOLVO

A Volvo foi fundada na Suécia em 1927. A empresa começou com a visão de fornecer transporte seguro e eficiente para todos e está na vanguarda da tecnologia desde então. Por décadas, manteve uma posição sólida na liderança global de tecnologia de transporte comercial (VOLVO, 2016).

Trabalhando continuamente no desenvolvimento das tecnologias híbrida e elétrica, possui uma completa linha de ônibus eletrificados e soluções comerciais projetadas para facilitar a transição do combustível fóssil para o transporte público eletrificado (VOLVO, 2016).

Segundo Fabiano Todeschini, presidente da Volvo Bus Latin America, a demanda por um transporte público sustentável está aumentando em todo o mundo, a marca está apta a atender a essa demanda, com veículos e soluções que permitem eletrificar o transporte urbano de uma forma economicamente viável, firmando o compromisso de trazer para o Brasil e para a América latina, o que há de mais avançado para o transporte urbano sustentável (VOLVO, 2016).

4.3.1 INOVAÇÕES EM TECNOLOGIA DE RECARGA

De acordo com Euclides Castro, Gerente de ônibus urbanos da Volvo Bus Latin America, a demanda por transportes públicos sustentáveis aumenta em todo o mundo, dessa forma a empresa se compromete a desenvolver continuamente a tecnologia, com veículos e soluções que permitem eletrificar o transporte urbano de maneira economicamente viável, com

o compromisso de trazer para o Brasil e para a América Latina, o que existe de mais avançado para o transporte urbano sustentável (VOLVO, 2013).

Além dos modelos híbridos "plug-in" sendo implementados pela Volvo, a implementação em escala de modelos 100% elétricos está sendo estudada, existem cerca de 2.000 ônibus híbridos (sem conectividade para recarga) circulando no mundo, alguns deles no Brasil (VOLVO, 2013)

Entre os modelos que circulam no Brasil, a fabricante utiliza um sistema híbrido sem conexão à rede: o motor elétrico e o motor a diesel funcionam em paralelo e são controlados por um sistema que busca a máxima eficiência. Segundo a empresa, além de atingir uma economia de combustível de aproximadamente 35% em relação aos tradicionais ônibus a diesel, também pode reduzir a emissão de poluentes em 50% (MOBILIZE, 2017) A Figura 11 apresenta modelo de ônibus híbrido da Volvo em circulação no Brasil.

Figura 11 - Modelo de ônibus híbrido da Volvo em circulação no Brasil



Fonte: MOBILIZE (2017)

4.3.2 INOVAÇÕES EM MOTORIZAÇÃO ELÉTRICA

No ano de 2012, foi apresentado na Rio +20, Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a primeira unidade do ônibus híbrido de dois motores, sendo um motor elétrico e o outro a diesel, funcionando paralelamente ou de forma independente, essa tecnologia é denominada Híbrida em Paralelo. Segundo a Volvo, o motor elétrico atua nos momentos em que o ônibus mais emite poluição, sendo na arrancada e na aceleração de até 20 quilômetros por hora, além disso é utilizado também como gerador de energia durante as frenagens. Quando em velocidades mais altas o motor a diesel é acionado, a cada frenagem a energia de desaceleração é usada para recarregar as baterias. Durante as paradas, o motor a

diesel permanecem desligado, esse tempo de parada pode representar entre 30% e 40% do tempo total de operação do ônibus. Dessa forma durante esse período nenhum poluente é emitido, pois o motor a diesel está completamente parado. (DIARIO DO TRANSPORTE, 2012).

Em 2017, a Volvo Cars se comprometeu a eletrificar todos os carros de sua frota, na esperança de iniciar a transição para o momento posterior à era dos motores a combustão. A Volvo vem desenvolvendo tecnologia elétrica desde a década de 1970 e aprendeu muito no processo, desde os testes do C30 com bateria elétrica em 2010 até o lançamento de um dos primeiros carros híbridos a diesel em 2012. A Volvo Bus também desenvolveu um híbrido plug-in, que pode ser carregado através da rede elétrica nos terminais de ônibus. Isto facilitará a operação em distâncias mais longas usando a eletricidade limpa e silenciosa, reduzindo o consumo de energia em até 60% e as emissões de dióxido de carbono em pelo menos 80% (VOLVO, 2020)

4.3.3 INOVAÇÕES EM TRANSPORTE PUBLICO ELÉTRICO

No dia 18 de julho de 2016, o primeiro ônibus híbrido da América Latina com tecnologia plug-in começou a circular pelas ruas de Curitiba, o HibriPlug. O veículo faz parte da segunda geração de ônibus de baixa ou zero emissão de poluentes desenvolvidos pela Volvo, também inclusos na frota da capital paranaense estão o híbrido Padron e o híbrido articulado, ambos também desenvolvidos pela Volvo. O HibriPlug também está equipado com dois motores, um elétrico e outro a combustão. Possui capacidade para operar em modo 100% elétrico em determinadas áreas e no modo híbrido em qualquer ponto da rota (URBS, 2016).

O tempo total de carga é de apenas 6 minutos e a bateria tem um alcance de oito a dez quilômetros. Quando a autonomia do veículo no modo 100% elétrico termina, ele entra no modo híbrido, onde os motores a diesel e elétricos funcionam em paralelo, além disso a frenagem do veículo também auxilia em sua recarga (URBS, 2016). A Figura 12 apresenta o primeiro ônibus híbrido elétrico com tecnologia plug in a entrar em operação na América Latina.

Figura 12 - HibriPlug primeiro ônibus híbrido elétrico na América Latina



Fonte: Maurilio Cheli (2016)

4.4 MERCEDES BENZ

A Mercedes Benz está no mercado há mais de 120 anos, fundada por Gottlieb Daimler e Carl Benz. Eles são os responsáveis pelos primeiros automóveis motorizados do mundo e, pela construção do primeiro caminhão e do primeiro ônibus com motor a gasolina. Em 1909 surge o famoso símbolo da Mercedes que representa uma estrela de três pontas das atividades em terra, ar e mar dos motores da Daimler (MERCEDES BENZ, 2019).

4.4.1 INOVAÇÕES EM TECNOLOGIA DE RECARGA

Desde sua iniciação no mercado, a marca busca cada vez mais se aprimorar e trazer novidades em tecnologia. Em 2014 a empresa vem aprimorando suas invenções para migrar para a mobilidade elétrica, com a evolução do ônibus Citaro que já é líder de mercado na sua categoria (MERCEDES BENZ, 2019). Agora com um modelo renovado, o eCitaro, que vem embarcado com a tecnologia chamada eMobility.

A Mercedes busca a conversão para a eletromobilidade indo além de pensamentos comuns como consumo de energia e alcance ou autonomia do veículo. Essa tecnologia conta com um suporte que realiza cálculos da fonte de alimentação necessária de acordo com a rota e com um sistema de eletromobilidade que fornece respostas quanto a energia e carregamento correto. Além disso, o eCitaro conta com baterias de íon de lítio que tem um carregamento de alta velocidade, garantindo longas viagens e contando com rotações estratégicas para recarga da bateria e carregamento para depósito de energia (MERCEDES BENZ, 2019).

4.4.2 INOVAÇÕES EM MOTORIZAÇÃO ELÉTRICA

Conforme mencionado anteriormente, o eCitaro é um ônibus elétrico completo. Suas características incluem uma aparência elegante, além de possuir um pacote amplo de tecnologia para desempenho máximo e eficiência energética. Além disso, conta com uma direção ecológica elétrica inteligente. Seu eixo dianteiro possui uma capacidade de carga de oito toneladas o que colabora para uma melhor distribuição de peso e alta capacidade de passageiros. O eixo traseiro conta com dois motores elétricos nos cubos das rodas. Também possui quatro módulos de bateria, os componentes para o sistema de refrigeração e o resistor de freio. Entretanto calhas de carregamento podem ser opcionalmente instaladas na parte da frente do eCitaro (MERCEDES BENZ, 2019).

4.4.3 INOVAÇÕES EM TRANSPORTE PÚBLICO ELÉTRICO

O novo projeto da Mercedes se destaca principalmente nas ruas, pois é um ônibus com características que buscam inovar o transporte público. É um ônibus totalmente silencioso, em todos os sentidos, conta com portas elétricas que se abrem sozinhas, dando boas-vindas ao eCitaro. Esse modelo promete transformar o futuro do transporte de ônibus urbano e seus primeiros modelos estarão disponíveis nas cidades de Mannheim, Heidelberg, Hamburgo ou Berlim, pois os operadores da empresa realizarão os primeiros testes (MERCEDES BENZ, 2020).

O ônibus mesmo parado, é totalmente silencioso por conta de seu motor elétrico, não prejudica o meio ambiente, e um requisito de desempenho atual é que ao acelerar o status de recuperação do eCitaro gira transformando energia em eletricidade e recarregando suas baterias de forma automática. De acordo com a Marca, “uma coisa é clara: independentemente do que o destino diga, estamos dirigindo para o amanhã” (MERCEDES BENZ, 2020). Alguns dos benefícios apresentados nesse modelo, no que diz respeito a transporte urbano são:

- Grande número de assentos de passageiros;
- Consumo de energia reduzido com eficiência energética;
- Aceleração superior carregada e descarregada graças ao controle de aceleração;
- Baixos níveis de ruído e aceleração uniforme.

4.5 CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

A presente pesquisa se propõe a analisar o posicionamento de quatro montadoras de ônibus diante dos desafios de uma transição para a eletrificação da frota, no quadro 1 apresenta a consolidação dos resultados obtidos.

Quadro 1 – Consolidação dos resultados obtidos.

	GRUPO TRATON	BYD	VOLVO BUSES	MERCEDES-BENZ
TECNOLOGIA DE RECARGA	MOTOR 1.4 TSI e TGI	MODULO DE BATERIAS	MOTOR HÍBRIDO	eMOBILITY
MOTORIZAÇÃO ELÉTRICA	LION'S CITY 12 E	BYD-2912TZ-XY-A	HÍBRIDA EM PARALELO	EIXO T - DOIS MOTORES
TRANSPORTE PÚBLICO ELÉTRICO	Volksbus e-Flex	VLP	HIBRIPLUG	eCITARO

Fonte: Elaboração própria (2021).

O GRUPO TRATON se destacou pelas inovações em transporte público, pois diferente das outras montadoras, ela traz uma tecnologia muito durável e já utilizada no portfólio de carros, que é o motor 1.4 TSI Flex – Biocombustível, e até mesmo o motor 1.4 TGI – Biometano. Esses dois motores, agora para ônibus, podem trazer resultados grandiosos para o consumidor e mais ainda para o meio ambiente, pois são motores que tem como função atuar como gerador de energia para as baterias e sendo acionado somente nos momentos em que as baterias não têm energia suficiente para movimentar o veículo. Além disso, a empresa conta com marcas fortes no mercado e apresentam tecnologias voltadas para mobilidade elétrica que se destacam e formam uma rivalidade entre elas mesmas.

A BYD se destaca por conta de sua diversidade de produtos em relação as outras montadoras e por conta da liderança mundial em baterias, gerenciamento de energia elétrica e em mobilidade elétrica. Suas baterias trazem durabilidade e desempenho e tem como função monitorar a tensão e temperatura de cada célula, o que resulta em mais autonomia para seus

veículos, inspeção completa para o produto e ainda um histórico de manutenção preventiva impecável quando mencionamos o conjunto completo, por ter tudo em suas próprias mãos.

Falando sobre a VOLVO, a montadora apresenta tecnologias interessantes no que diz respeito a veículos híbridos, pois em seus relatórios há uma variedade de modelos desse tipo. Um dos modelos citados na tabela, é Motor Híbrido sem recarga, que trabalha em conjunto o motor a combustão e o motor elétrico, trazendo 35% de economia de combustível e 50% em emissão de poluentes. A empresa desenvolveu também um modelo Hibriplug – Ônibus Híbrido Elétrico que trabalha em determinados momentos, de maneira 100% elétrica, e quando sua autonomia termina, ele opera no modo híbrido. Tudo isso foi feito pensando em uma modelo que seja economicamente viável e atenda às necessidades para alcançar a mobilidade sustentável.

A MERCEDES-BENZ conta com um modelo elétrico que ao longo dos anos vem sendo atualizado de acordo com as novas tecnologias e melhorias feitas pelo hub de inovação da marca, o eCitaro. Uma dessas inovações é a tecnologia eMobility, ou eletromobilidade que nada mais é que um suporte que realiza cálculos da fonte de alimentação necessária de acordo com a rota e um sistema que fornece respostas sobre energia utilizada e carregamento/recarga corretos. Nesse modelo encontramos dois motores elétricos no eixo traseiro do veículo. O eCitaro ainda conta com quatro módulos de baterias com foco em refrigeração do veículo e acionamento dos freios. Atualmente dentro da montadora, esse modelo representa o que há de mais tecnológico em termos de mobilidade urbana elétrica, pois além de ser um modelo 100% elétrico, ele é totalmente silencioso, não prejudica o meio ambiente e possui ainda um sistema que ao acelerar o veículo, há um recarregamento automático das baterias, tudo isso por meio do Status de carregamento.

Por fim, é possível ter um panorama de que todas as montadoras citadas estão em busca de tecnologias e novas forma de construir e incentivar o uso e aquisição desses modelos para a busca por uma sociedade urbana sustentável. Cada qual com sua tecnologia, cada qual com seus trabalhos e tipos de produtos, mas todos caminhando na mesma direção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada busca contribuir com estudos que abordem estratégias de produção da indústria automotiva e explora uma lacuna existente na literatura no que se refere às

pesquisas em torno do ônibus, uma vez que existe uma literatura mais consolidada em torno da mobilidade tomando o automóvel como ator central.

Como principais resultados de pesquisa foi possível observar que, embora exista uma disponibilidade de diferentes tecnologias de propulsão para a indústria automotiva para a frota de ônibus, foi possível observar que diferentes tecnologias podem coexistir e existe um campo de desenvolvimento consolidado para a eletrificação da frota em transportes públicos, uma vez que essa configuração, comparativamente ao automóvel, se encontra em estágio mais avançado de implementação. Por outro lado, é importante reforçar que as estratégias em torno dessa tecnologia ainda geram muitas incertezas para as montadoras.

Dentro da perspectiva dos ODS, a expansão do uso do ônibus elétrico não é a única solução para os desafios da mobilidade no Brasil e suas consequências, porém pode colaborar para incentivar o acesso da população à sistemas de transporte seguros e sustentáveis partindo-se, conjuntamente de políticas voltadas às necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos, paralelamente à redução do impacto ambiental per capita nas cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar e à gestão de resíduos municipais, dentre outros desafios.

Entre as principais limitações do trabalho está a impossibilidade de generalização dos resultados por conta do número de empresas pesquisadas e das limitações metodológicas de levantamento de dados. Por outro lado, a pesquisa contribui para a literatura de estratégias de produção, especialmente no contexto das montadoras, ao apresentar “pistas” para onde se caminha em termos de posicionamento estratégico, com ações efetivas quando o ator central é ônibus.

Diante da importância do tema, acredita-se que trabalhos futuros podem incluir, por exemplo, estudos que se aprofundem em relação à realidade do Brasil e da América Latina ou que insiram a intermodalidade dos transportes dentro dessa temática.

REFERÊNCIAS

ABVE. **O que vem primeiro, os veículos elétricos ou a infraestrutura para eles?**, 2020. Disponível em: <<http://www.abve.org.br/o-que-vem-primeiro-os-veiculos-eletricos-ou-a-infraestrutura-para-eles/>>. Acesso em: 03 Fevereiro 2021.

ANEEL. **Capacidade de geração do Brasil**, 2018. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm/>>. Acesso em: 05 Outubro 2020.

ATR BRASIL. **Eletrificação e sistemas inteligentes de condução são destaques na IAA2018**, 2018. Disponível em: <<http://atrbrasil.com.br/integra.asp?id=29899&titulo=Not%C3%ADcias>>. Acesso em: 29 Junho 2021.

BARDIN L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70; 1977.

BYD. **Armazenamento de Energia**, 2021. Disponível em: <<https://www.byd.ind.br/produtos/armazenamento-energia/>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

BYD. **BYD apresenta primeiro ônibus articulado 100% elétrico fabricado no Brasil, para Linha Verde de São José dos Campos, em São Paulo**, 2021. Disponível em: <<https://www.byd.ind.br/byd-apresenta-primeiro-onibus-articulado-100-eletrico-fabricado-no-brasil-para-linha-verde-de-sao-jose-dos-campos-em-sao-paulo/>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

BYD. **Chassi D9A**, 2021. Disponível em: <<https://www.byd.ind.br/chassi-byd-d9a-20-410/>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

BYD. **Chassi D9F**, 2021. Disponível em: <<https://www.byd.ind.br/chassi-d9f/>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

BYD. **Chassis de Ônibus**, 2020. Disponível em: <<https://www.byd.ind.br/produtos/onibus/>>. Acesso em: 06 Fevereiro 2021.

BYD. **Linha do tempo BYD**, 2021. Disponível em: <<https://www.byd.ind.br/linha-do-tempo>>. Acesso em: 06 Fevereiro 2021.

BYD. **Módulos de Bateria**, 2021. Disponível em: <<https://www.byd.ind.br/modulos-de-bateria/>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

BYD. **Módulos Fotovoltaicos**, 2021. Disponível em: <<https://www.byd.ind.br/produtos/solar/>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

BYD. **Sobre a BYD**, 2020. Disponível em: <<https://www.byd.ind.br/sobre>>. Acesso em: 06 Fevereiro 2021.

CARVALHO, C. **Mobilidade urbana sustentável: conceitos, tendências e reflexões**. IPEA, 2194, p.7. 2016

CETESB. **Poluentes**, 2019. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/>>. Acesso em: 18 Novembro 2020.

CHAUD, C; GALVAO, L. **Avaliação das potencialidades e limitações através do estado da arte do desenvolvimento do veículo elétrico**. Salvador, BA, Brasil: ENEGEP, p. 2. 2013.

CHELI, M. **Curitiba testa primeiro ônibus híbrido elétrico de segunda geração da América Latina**, 2016. Disponível em: <<https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/noticia/curitiba-testa-primeiro-onibus-hibrido-eletrico-de-segunda-geracao-da-america-latina/>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

COSTA, E. **Veículos híbridos e elétricos**, 2018. Disponível em: <<http://www.verdesobrerodas.com.br/p/sobre-o-carro-eletrico.html/>>. Acesso em: 04 Fevereiro 2021.

COSTA, L. M. **Mobilidade Urbana e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: Confederação Nacional de Municípios, 2018. Disponível em: <<https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca/Mobilidade%20Urbana%20e%20os%20Objetivos%20de%20Desenvolvimento%20Sustent%C3%A1vel.pdf>>. Acesso em: 25 Julho 2021.

DAIMLER. **The Daimler Group**, 2019. Disponível em: <<https://www.daimler.com/company/>>. Acesso em: 22 Maio 2021.

DIARIO DO TRANSPORTE. **Grupo TRATON será o novo nome do conglomerado da MAN, Scania, Volkswagen Caminhões e Ônibus e RIO**, 2018. Disponível em: <<https://diariodotransporte.com.br/2018/06/20/grupo-traton-sera-o-novo-nome-do-conglomerado-da-man-scania-volkswagen-caminhoes-e-onibus-e-rio/>>. Acesso em: 17 Janeiro 2021.

DIARIO DO TRANSPORTE. **Novos ônibus híbridos de Curitiba são apresentados na Rio +20**, 2012. Disponível em: <<https://diariodotransporte.com.br/2012/06/14/novos-onibus-hibridos-de-curitiba-sao-apresentados-na-rio-20/>>. Acesso em: 20 Junho 2021.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Avaliação técnico-econômica de ônibus elétrico no Brasil**, 2021. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/epe-publica-nota-tecnica-de-avaliacao-tecnico-economica-de-onibus-eletrico-no-brasil#:~:text=do%20ciclo%202019-,EPE%20publica%20Nota%20T%C3%A9cnica%20de%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20T%C3%A9cnica,de%20C%C3%94nibus%20El%C3%A9trico%20no%20Brasil&text=%E2%80%8BBO%20documento%20tem%20como,equivalentes%20el%C3%A9tricos%2C%20que%20utilizam%20bateria.>> Acesso em: 30 Abril 2021.

ESTRADAO. **BYD lança o primeiro ônibus elétrico rodoviário do Brasil**, 2020. Disponível em: <<https://estradao.estradao.com.br/onibus/byd-lanca-onibus-eletrico-rodoviario>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

FGV. **Cadernos Energia - Carros Elétricos**, 2017. Disponível em: <https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/caderno_carros_eletricos-fgv-book.pdf>. Acesso em: 04 Fevereiro 2021.

FUTURETRANSPORT. **BYD expande leque de elétricos no país**, 2018. Disponível em: <<https://futuretransport.com.br/byd-expande-leque-de-eletricos-no-pais>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

GEELS, F., SCHOT, J. **Typology of sociotechnical transition pathways**. Research Policy, v. 36, p. 399-417, 2007.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

INSIDEEVS. **Primeiro ônibus articulado 100% elétrico fabricado no Brasil é apresentado**, 2021. Disponível em: <<https://insideevs.uol.com.br/news/493938/primeiro-onibus-articulado-eletrico-fabricado-brasil/>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

ITDP. **Os ônibus elétricos estão chegando e podem tornar as nossas cidades mais sustentáveis**, 2020. Disponível em: <<https://itdpbrasil.org/os-onibus-eletricos-estao-chegando-e-podem-tornar-as-nossas-cidades-mais-sustentaveis/>>. Acesso em: 05 Outubro 2020.

LAFRANQUE, A. **A emergência de modelos de negócios inovadores para apoiar o desenvolvimento da eletrificação veicular**. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, p. 6. 2015

LARA, F. The automotive industry in transition? Analysis of the positioning of the national subsidiaries of the automakers facing the challenges of sustainable urban mobility in Brazil. **Revista Produção Online**, v. 19, n. 2, p. 668-693, 2019

LIMA, G.; SILVA, G.; ALBUQUERQUE NETO, G. Mobilidade elétrica: o ônibus elétrico aplicado ao transporte público no Brasil. **ANTP**, p. 55-56, 2019. Acesso em: 13 nov. 2020.

MARKARD, J. **Transformation of infrastructures: sector characteristics and implications for fundamental change**. Journal of Infrastructure Systems, v. 17, p. 107–117, 2011.

MARKARD, J.; RAVEN, R.; TRUFFER, B. Sustainability transitions: an emerging field of research and its prospects. **Research Policy**, 41, p.955-967, 2012

MERCEDES BENZ. **História dos Ônibus**, 2021. Disponível em: <<https://www.mercedes-benz.com.br/institucional/historia/onibus>>. Acesso em: 22 Maio 2021.

MERCEDES BENZ. **Nascimento da Marca**, 2021. Disponível em: <<https://www2.mercedes-benz.com.br/passengercars/the-brand/history/about.module.html>>. Acesso em: 22 Maio 2021.

MERCEDES BENZ. Omnibus. **The magazine for bus operators and transport companies**. Mercedes-Benz, p. 3-49, Fevereiro 2019. Disponível em: <https://www.mercedes-benz-bus.com/content/dam/mbo/markets/common/models/ecitaro/download-special-edition/Omnibus-Magazine_Special-Edition_eCitaro_02-2019_en.pdf>. Acesso em: 22 Maio 2021.

MOBILIDADE. **e-Flex, o ônibus híbrido com motor de automóvel da Volksbus**, 2020. Disponível em: <<https://mobilidade.estadao.com.br/inovacao/e-flex-o-onibus-hibrido-com-motor-de-automovel-da-volksbus/>>. Acesso em: 29 Junho 2021.

MOBILIZE. **Ônibus híbridos: como funcionam as estações de recarga rápida**, 2017. Disponível em: <<https://www.mobilize.org.br/noticias/10260/onibus-eletricos-como-funcionam-as-estacoes-de-recarga-rapida.html>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

PALMER, R. **Challenges for the effectiveness of the implementation of urban mobility plans: a systematic review**, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=s2175-692018005001104&script=sci_arttext/>. Acesso em: 04 Fevereiro 2021.

RICHTER, J. **Mobilidade Urbana: principais desafios no Brasil**, 2018. Disponível em: <<http://richtergruppe.com.br/mobilidade-urbana-principais-desafios-no-brasil/>>. Acesso em: 05 Outubro 2020.

SCIENCEDIRECT. **Extended Range Electric Vehicle**, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/extended-range-electric-vehicle>>. Acesso em: 21 Junho 2021.

SILVA, P. **Qualidade de Vida Urbana e Mobilidade Urbana Sustentável na Cidade do Porto – Elaboração de um conjunto de indicadores**. Dissertação (Mestrado em Planeamento e Projeto Urbano) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, p. 46. 2015

THAIAUTO. **Success factors for electric vehicles powered by batteries**, 2019. Disponível em: <http://www.thaiauto.or.th/2020/news/news-detail.asp?news_id=4700>. Acesso em: 21 Junho 2021.

TRATON. **Transformation of the commercial vehicle industry**, 2021. Disponível em: <<https://traton.com/en.html>>. Acesso em: 22 Maio 2021.

TRATON. **TRATON – Electric city**, 2021. Disponível em: <<https://traton.com/en/innovation-hub/sustainable-urban-mobility-with-man-lions-city-12e.html>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

TRATON. **TRATON – Innovation Stories**, 2021. Disponível em: <<https://traton.com/en/innovation-hub.html>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

TRATON. **TRATON – Nachhaltigkeit**, 2021. Disponível em: <<https://traton.com/de/nachhaltigkeit.html>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

TRATON. **TRATON – Sustainability**, 2021. Disponível em: <<https://traton.com/en/sustainability.html>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

URBS. **Curitiba testa primeiro ônibus híbrido elétrico de segunda geração da América Latina**, 2016. Disponível em: <<https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/noticia/curitiba-testa-primeiro-onibus-hibrido-eletrico-de-segunda-geracao-da-america-latina/>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

VALOREENERGIASOLAR. **Energia Solar**, 2021. Disponível em: <<http://valoreenergiasolar.com.br/baterias/>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

VOLKSWAGEN. **Volksbus e-flex: uma solução elétrica sob medida para transporte de passageiros**, 2019. Disponível em: <<http://www.vwtbpress.com/noticia-interna.php?id=1300>>. Acesso em: 29 Junho 2021.

VOLVO. **Carros Elétricos e Híbridos | Volvo Cars**, 2021. Disponível em: <https://www.volvocars.com/br/porque-volvo/inovacao-humana/carros_eletricos/>. Acesso em: 30 Abril 2021.

VOLVO. **Eletromobilidade Requer Quebra de Paradigmas | Mobilidade Volvo**, 2014. Disponível em: <<https://www.volvobuses.com.br/pt-br/news/blog/informacoes-e-curiosidades/a-eletromobilidade-requer-quebra-de-paradigmas.html/>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

VOLVO. **Grupo Volvo – Sobre Nós | Volvo Ônibus**, 2021. Disponível em: <<https://www.volvobuses.com.br/pt-br/about-us/volvo-group.html>>. Acesso em: 22 Maio 2021.

VOLVO. História Volvo, Conheça Nossa Trajetória | Volvo Ônibus, 2021. Disponível em: <<https://www.volvobuses.com.br/pt-br/about-us/history.html>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

VOLVO. Para a Volvo, eletromobilidade é o presente e o futuro no transporte urbano de passageiros, 2016. Disponível em: <<https://www.volvogroup.com.br/pt-br/news/2016/oct/eletromobilidade.html>>. Acesso em: 30 Abril 2021.

VOLVO. Volvo 7900 Electric Specifications | Volvo Bus, 2020. Disponível em: <<https://www.volvobuses.co.uk/en-gb/our-offering/buses/volvo-7900-electric/specifications.html>>. Acesso em: 06 Fevereiro 2021.

VWCO. Volkswagen Caminhões E Ônibus, 2020. Disponível em: <<https://www.vwco.com.br/news/172>>. Acesso em: 17 Janeiro 2021.

WRI BRASIL. Qual o impacto da poluição do ar na saúde?, 2018. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2018/07/qual-o-impacto-da-poluicao-do-ar-na-saude?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=clima&gclid=EAiaIQobChMIja7-nvyO7QIVhQeRCh20dg83EAAYASAAEgLoC_D_BwE>. Acesso em: 18 Novembro 2020.