

# SISTEMAS PRODUTO-SERVIÇO E VEÍCULOS ELÉTRICOS: UMA ANÁLISE DA LITERATURA

**Gibran Portolan dos Santos (Universidade de São Paulo)**

**Paulo Augusto Cauchick-Miguel (Universidade de São Paulo)**

**Thayla Tavares de Sousa Zomer (Fundação Dom Cabral)**

**Glauco Henrique de Sousa Mendes (Universidade Federal de São Carlos)**

**Marlene Amorim (Universidade de Aveiro)**



*Na busca pela redução dos gases poluentes e diminuição do impacto ambiental, o setor de transportes tem desenvolvido algumas soluções sendo a eletrificação de veículos uma delas. Diferentemente do conceito de veículos a combustão interna, os veículos elétricos demandam nova infraestrutura para carregamento, bem como novos serviços. Nesse contexto, as soluções de sistemas produto-serviço têm surgido para ofertar rede de recarga, integração com sistemas de geração de energia limpa, compartilhamento de veículos, soluções de mobilidade, entre outras. O objetivo deste trabalho é analisar o tema da interação entre produtos e serviços aplicados para veículos elétricos, por meio de uma revisão bibliográfica. A partir desta análise foi possível mapear os estudos relacionados a este tema e identificar que os serviços relacionados a recarga do veículo são essenciais para seguir o crescimento de vendas de veículos elétricos. Também foi identificada a entrada de novos stakeholders neste setor como, por exemplo, o governo no desenho de políticas de incentivo e empresas de energia responsáveis pela geração, distribuição e recarga dos veículos. Os serviços orientados ao uso, como no caso do compartilhamento de veículos, têm utilizado veículos elétricos para incrementar seu negócio, pois oferece acesso com investimento aceitável. Da mesma forma, os sistemas de 'mobilidade como serviço' também utilizam a mesma vantagem para oferecer soluções de transporte com menor impacto ambiental. Os resultados também consideram a construção de um quadro com os autores de estudos mais recentes e o foco dos trabalhos no tema. Conclusivamente, existem iniciativas mais maduras nos sistemas produto-serviço orientados ao produto, se destacando o desenvolvimento de serviços essenciais para a operação como pontos de recarga e geração de energia limpa.*

*Palavras-chave: Sistema Produto-Serviço, Veículos Elétricos, PSS*

## 1. Introdução

O desenvolvimento de veículos elétricos foi motivado pela necessidade de redução do impacto ambiental no setor de transportes (GUYON et al., 2021; IEA, 2022a, b). Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, 2022b), o setor de transporte é o 3º maior emissor de CO<sub>2</sub> ficando atrás apenas dos setores de geração de energia elétrica e industrial de base. Além da emissão de CO<sub>2</sub>, outras formas de impactos ambientais são geradas pelo setor de transportes, tais como poluição por material particulado, emissões de óxido de nitrogênio e poluição sonora (ENSSLEN et al., 2020; SINGH et al., 2023).

Os governos têm buscado incentivar diversas ações que contribuam para a redução de emissão de poluentes, devido a seu compromisso em fóruns globais como o Acordo de Paris, os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU e as diversas 'Conferência das Partes' - COPs (IEA, 2022b; OMAHNE et al., 2021; SINGH et al., 2023). As políticas públicas relacionadas ao incentivo do desenvolvimento e uso de veículos elétricos está associada a redução de impostos e/ou a restrição do uso de veículos com motores a combustão interna (LAURISCHKAT; JANDT, 2018; SINGH et al., 2023). Também na área governamental, tem se divulgado diversas ações para eliminar completamente a comercialização de veículos a combustão, como o exemplo da União Europeia, que anunciou que a partir de 2035 não serão comercializados carros a combustão interna (ABNETT, 2022).

Por um lado, as políticas públicas são o principal pilar de incentivo ao uso de veículos elétricos e, comparativamente com 2020, em 2021 quase dobrou seu valor financeiro atingindo cerca de US\$ 30 bilhões (IEA, 2022a). Por outro lado, empresas do setor automotivo têm aumentada a participação de veículos elétricos, sendo que em 2021 o número de modelos de veículos elétricos disponíveis foi 5 vezes maior do que em 2015 (IEA, 2022b). Com esses incentivos, foi observado um aumento no número de vendas de veículos elétricos, chegando a dobrar em 2021 quando comparada a 2020, atingindo 10% do *market share* global (IEA, 2022a). Outro motivo relacionado ao aumento das vendas de veículos elétricos é a redução da diferença entre os preços, comparativamente a um veículo a combustão. Por exemplo, na China essa diferença está em 10% e no restante do mundo cerca de 45% a 50% (IEA, 2022a).

Além de receber incentivos financeiros e observar a diferença de custo inicial comparada com os veículos a combustão reduzir, o consumidor observa maior valor agregado nos veículos elétricos (ENSSLEN et al., 2020). Conforme os autores previamente citados, isso ocorre pois

é um veículo com menor impacto ao meio ambiente e, geralmente, traz uma oferta maior de produtos inteligentes e de serviços (ENSSLEN et al., 2020).

Com o crescimento da venda dos veículos elétricos surgem necessidades como aumento de demanda de energia (custos e taxas) e disponibilidade e infraestrutura de recarga das suas baterias (KÜHL et al., 2019). Nesse sentido, montadoras e governos tem buscado interagir com novos parceiros para ofertar serviços adicionais e/ou novas formas de comercialização dos seus produtos (TELES et al., 2018).

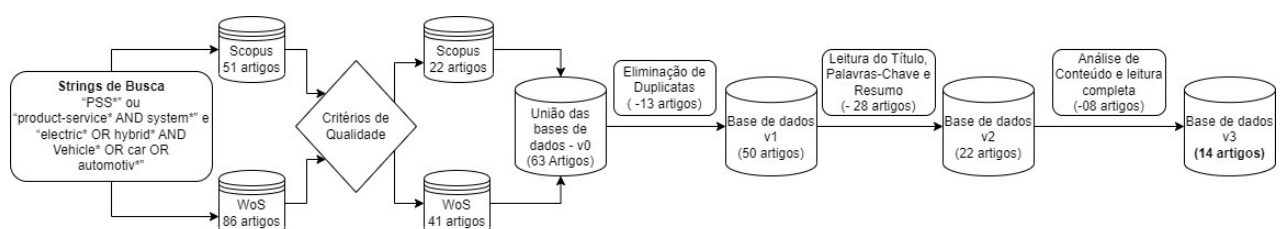
Com a necessidade desses serviços, novas interações têm surgido com empresas geradoras de energia renováveis (LAURISCHKAT; JANDT, 2018) e as distribuidoras de energia (YOO; CHOI; SHEU, 2021). Outras ações que estão sendo desenvolvidas é a busca por opções sustentáveis como o compartilhamento de veículos elétricos, nessa modalidade o usuário possui acesso à tecnologia, porém sem os altos investimentos iniciais (KÜHL et al., 2019; TELES et al., 2018).

Nesse contexto, este trabalho visa avaliar quais soluções de serviços adicionais ou de serviços orientados ao uso ou função de veículos elétricos têm sido desenvolvidas, por meio de uma revisão da literatura, analisando o conteúdo de produções mais recentes. Foi utilizado o conceito de produto-serviço para avaliar de que forma os serviços estão sendo integrados ao novo produto (veículos elétricos), quais as sinergias possíveis, bem como quais os novos modelos de negócio estão surgindo.

## 2. Métodos e procedimentos de pesquisa

O método utilizado foi uma revisão de literatura, considerando a busca em bases de pesquisa (Scopus e Web of Science), tratamento dos dados por meio da ferramenta *Biblioshiny*, leitura dos títulos e resumos para a seleção das publicações e, finalmente, a análise de conteúdo do portfolio de artigos. A partir da busca nas bases citadas, foi realizada a leitura das publicações visando identificar e posteriormente analisar conteúdos relevantes sobre produto-serviço em veículos elétricos. A Figura 1 ilustra os passos para a revisão e resultados preliminares, em termos de número de artigos.

Figura 1 – Síntese do processo de revisão da literatura



Foi realizado primeiramente um estudo bibliométrico, com posterior análise de conteúdo seguindo as diretrizes de Kitchenham (2014). Os termos utilizados para a busca nas bases foram “PSS\*” ou “product-service\* AND system\*” e “electric\* OR hybrid\* AND Vehicle\* OR car OR automotiv\*” nos campos título, palavras-chave e resumo.

A busca retornou 51 artigos na base Scopus e 86 artigos na base Web of Science, os próximos filtros foram em relação ao tipo de documento (selecionados apenas artigos), a língua (somente artigos em inglês) e o período das publicações (2018-2022). Foram considerados trabalhos a partir de 2018 devido a rápida evolução do tema e para capturar os temas mais relevantes no momento tal qual realizado o presente trabalho.

Com esse filtro adicional, a quantidade de artigos obtidos foi de 22 na base Scopus e 41 na base Web of Science. Foi realizada a junção das bases e remoção das duplicatas utilizando o programa *RStudio*, o software *Bibliometrix* e a ferramenta *Biblioshiny* (ARIA; CUCCURULLO, 2017). Nessa etapa foram seguidos critérios de qualidade de Kitchenham et al. (2009), sendo um deles a desconsideração de quatro artigos que não possuíam DOI, resultando em um portfolio final de 50 artigos. A partir da leitura dos títulos e resumos de todos os artigos selecionados, o portfolio foi reduzido para 22 artigos. Esta redução é explicada pois a sigla PSS também é utilizada para sensores fotoelétricos e alguns outros termos da área química, e.g. poliestireno sulfonado. Após leitura mais detalhada dos artigos foram excluídos aqueles que não possuíam relação com o tema do presente trabalho, resultando ao total de 14 artigos, abordados a seguir.

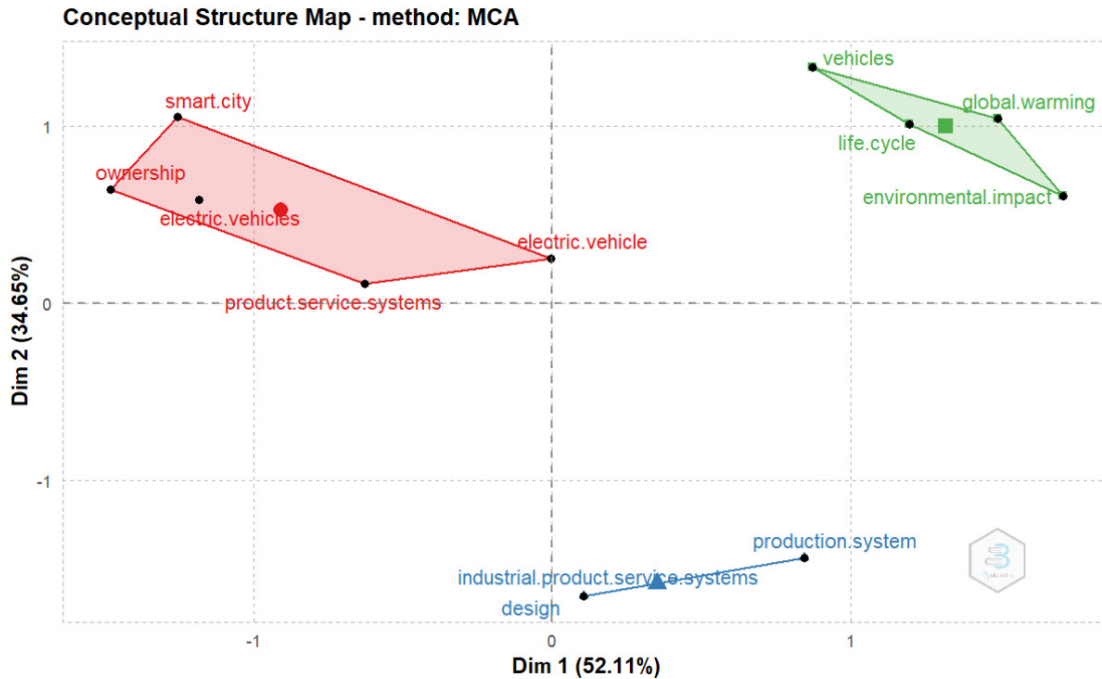
### **3. Resultados sobre a relação entre veículos elétricos e sistemas produto-serviço**

Para caracterizar a amostra de artigos foi realizada a primeira análise utilizando a ferramenta *Biblioshiny* (ARIA; CUCCURULLO, 2017). A partir dessa ferramenta foi possível identificar o *Journal of Cleaner Production* com mais artigos (03). Estas fontes corroboram o alinhamento do tema do presente trabalho.

A Figura 2 apresenta três clusters resultantes do portfolio de artigos. O primeiro (vermelho) é relacionado aos sistemas produto-serviço e como eles se relacionam com o conceito de posse. O segundo cluster (verde) apresenta os aspectos relacionados ao impacto ambiental dos veículos elétricos e o terceiro (azul) traz os trabalhos relacionados ao desenvolvimento de sistemas produto-serviço.

Ao realizar a análise de conteúdo foi utilizada as categorias de sistemas produto-serviço de Tukker (2004), em que os PSS são divididos em: orientados ao produto, orientados ao uso e orientados ao resultado, discutidos na seção seguinte.

Figura 2 - Análise fatorial (*Bibliometrix*)



### 3.1. Veículos elétricos e PSS orientados ao produto

Para sistemas PSS orientados ao produto, o cliente adquire um veículo elétrico e os serviços são partes adicionais e complementares (TUKKER, 2004). Nesse sentido existe maior oportunidade de serviços complementares - comparado com veículos a combustão, por exemplo - pois o veículo elétrico traz novas necessidades e oportunidades como o carregamento de energia, customização e novos serviços (ENSSLEN et al., 2020; LAURISCHKAT; JANDT, 2018; ZHANG et al., 2021).

A primeira necessidade quando comparada a veículos a combustão está relacionada aos serviços que envolvem o carregamento de energia, pois os veículos elétricos e seus pontos de recarga ainda estão em fase de desenvolvimento (YOO et al., 2021). Nesse sentido, os veículos elétricos trouxeram mudanças nos modelos de negócio e novas partes interessadas, tais como empresas que fornecem carregadores/energia/pontos de recarga e o governo, que possuem interesse em difundir o conceito (LAURISCHKAT; JANDT, 2018; YOO et al., 2021).

Yoo et al. (2021) categorizaram a relação entre essas partes interessadas e dividiram em 03 níveis: (i) independentes, (ii) integradas, e (iii) parcerias. No caso de independência entre as montadoras e os fornecedores de carregador, o modelo reflete a atual relação entre os fabricantes e os postos de combustíveis. Após o veículo elétrico ser comercializado, empresas especializadas de carregamento se encarregam de oferecer a infraestrutura necessária aos clientes; montadoras automotivas como a Nissan e a General Motors são exemplos deste tipo de relação (YOO et al., 2021). Os autores previamente citados colocam ainda que pode haver integração entre o fabricante dos veículos e os serviços de infraestrutura de carregadores, como o exemplo da Tesla nos Estados Unidos e a BYD e a NIO na China. Esses autores também pontuam que o caso da Tesla e o investimento em supercarregadores na sua rede foi fator determinante para seu sucesso.

Já no caso de parcerias, Yoo et al. (2021) mostram que são relações formais entre montadoras e um fornecedor do serviço de carregamento. Os autores acrescentam que esse formato é capaz de entregar uma solução única ao usuário e tem como exemplo a parceria da BMW e a fornecedora de carregadores *ChargePoint*. Outras parcerias têm surgido, inclusive envolvendo mais de uma montadora. As montadoras de caminhões Volvo, Daimler (Mercedes-Benz) e TRATON (MAN, Scania e VW Caminhões) são concorrentes e criaram uma parceria (*joint-venture*) para desenvolver a rede de carregadores para veículos pesados na Europa a fim de fomentar o uso de veículos pesados elétricos (MILENCE, 2022).

Na análise de Yoo et al. (2021) é apresentada que no nível de mercado atual as montadoras buscam aumentar sua participação de mercado com veículos elétricos e para aumentar sua rede de carregadores a melhor opção é a integração entre elas e os fornecedores de serviço. Os autores citados afirmam ainda que esta configuração funciona neste momento em que os clientes de veículos elétricos possuem uma tolerância alta para a ineficiência da rede de distribuição e em relação aos custos da energia. A medida que os veículos elétricos se tornam mais populares também mudará o perfil do cliente, isto é, a tolerância a disponibilidade de postos e ao custo de recarga tornam-se mais baixos e, neste caso, ter fornecedores independentes e facilitar a concorrência é relevante para aumentar a disponibilidade de carregadores e diminuir os custos de energia (YOO et al., 2021).

Outro tipo de parceria apresentada é em relação aos fornecedores de energia solar, essas parcerias tendem a crescer pois essa relação traz sinergia nas soluções técnicas, menor custo de operação e menor impacto ao meio ambiente (LAURISCHKAT; JANDT, 2018; XIQUIAO et al., 2019). Xiqiao et al. (2019) colocam que as próprias geradoras/administradores de



energia também apresentam a oferta de novos serviços pois trata-se de um aumento de necessidade de carga e isso afeta seu modelo de negócio. A utilização das próprias baterias dos veículos elétricos para fornecer energia à rede de distribuição (*smart grids*) pode ser uma grande vantagem econômica e tem sido fruto de estudo pelas partes interessadas (LAURISCHKAT; JANDT, 2018).

Esses exemplos de sistemas produto-serviço para aumento da rede de carregamento demonstram a importância de sistemas completos (produto e serviço) como estratégia de comercialização de veículos elétricos (ENSSLEN et al., 2020). Outros tipos de integração de produtos e serviços orientados ao uso são os PSS inteligentes (*smart PSS*), isto é, produtos conectados e com sensores que permitem o melhor controle e gerenciamento da oferta de serviços (ZHANG et al., 2021; ZHOU et al., 2022). No caso dos veículos elétricos, o gerenciamento da carga da bateria através de sensores e a comunicação com o usuário possuem papel importante na adaptação do condutor a nova tecnologia (ENSSLEN et al., 2020; YOO et al., 2021).

Outros serviços desejados pelos clientes são os seguros ou contratos que envolvam o socorro em caso de falta de carga nas baterias ou que contemplem a troca de baterias ao final de sua vida útil (ENSSLEN et al., 2020). Para os autores citados, esse ponto é um dos mais relevantes na tomada de decisão e na redução da incerteza em relação a compra.

### **3.2. Veículos elétricos e PSS orientados ao uso**

Nos sistemas produto-serviço orientados ao uso, ao invés da comercialização de produtos é realizada a venda do acesso ao produto (TUKKER, 2004) que, no caso deste trabalho, é o acesso aos veículos elétricos. O melhor exemplo de PSS orientada ao uso relacionada a este trabalho é o compartilhamento de veículos, pois as empresas proporcionam ao cliente final o uso do veículo elétrico sem a necessidade de aquisição do mesmo (NURHADI et al., 2017).

Nesse modelo, existem as opções de compartilhamento e/ou um pulmão de veículos que ficam à disposição dos clientes. Esse formato reduz o investimento, permite aos clientes agregar os valores intangíveis de forma imediata e reduz a quantidade de veículos em operação (ENSSLEN et al., 2020; GUYON et al., 2021). Os modelos de compartilhamento são associados a maturidade do mercado, ou seja, uma vez estabelecida uma extensiva rede de postos de recarga, tendo o custo de energia o mais baixo possível (graças ao aumento da oferta), o próximo passo na busca da excelência operacional é o compartilhamento de veículos elétricos (YOO et al., 2021).

Soluções de PSS de compartilhamento também incluem motos/*scooters* elétricas. Moreau et al. (2020) realizaram um estudo sobre o compartilhamento e o impacto ambiental deste tipo de PSS na cidade de Bruxelas. O usuário acessa qualquer *scooter* estacionada por meio de um aplicativo e, após o fim do uso, a *scooter* pode ser deixada em lugares determinados. Neste modelo, tanto a recarga da bateria quanto intervenções relacionadas a manutenção são realizadas pela empresa proprietária das *scooters* ou por algum parceiro. O usuário paga uma taxa fixa e uma variável de acordo com o tempo de uso (MOREAU et al., 2020).

O modelo de negócio de compartilhamento de carros elétricos é semelhante ao das *scooters*. Os usuários são cobrados pelo tempo que o veículo ficou a sua disposição e pela distância percorrida (GUYON et al., 2021). Para os autores citados, o serviço é gerenciado através de aplicativos, sendo que a retirada e a entrega do veículo podem ser realizadas em qualquer local (dentro de uma zona pré-determinada) e o usuário não é responsável pela etapa de recarga das baterias.

Para o modelo orientado ao uso, a empresa que gerencia o sistema também é responsável pela sua manutenção; portanto, deverá ser planejado para garantir a máxima disponibilidade do produto e obter redução no custo operacional (SCHUH; JUSSEN; OPTEHOSTERT, 2019; ZHANG et al., 2021). O plano de manutenção depende da disponibilidade de peças de reposição (preventiva e corretiva) e mão de obra especializada (ZHANG et al., 2021). Schuh et al. (2019) acrescentam ainda que os custos relacionados a operação dos veículos (garantia, manutenção e reparações corretivas) devem ser considerados no modelo de negócio. Ainda sobre o desenvolvimento de planos de manutenção, Dobaj et al. (2022) apresentam o uso de gêmeos digitais (*digital twins*) nas fases de desenvolvimento como ferramenta para prever, avaliar e preparar a utilização de peças de reposição e serviços.

### **3.3. Veículos elétricos e PSS orientados ao resultado**

Considerando as sub-categorias de Tukker (2004) em relação aos sistemas produto-serviço orientados ao resultado, como exemplo, é possível identificar a mobilidade como serviço (MaaS – *Mobility as a Service*). O conceito de MaaS envolve um trajeto de uma parada e personalizado. Através de um meio digital é criado o trajeto, cobrado, entregue e pode envolver quaisquer meios de transporte (CATULLI et al., 2021). Ainda sobre o conceito, os autores citados acrescentam que do ponto de vista da solução, MaaS busca integrar todos os meios de transporte sendo públicos (ônibus, metrô, trem e outros), privados (taxi ou carros de



aplicativo) ou até mesmo PSS orientados ao uso como aluguel de bicicletas ou veículos compartilhados.

Dentre as barreiras para a utilização da mobilidade como serviço estão as seguintes (CATULLI et al., 2021): confiança das pessoas em carros privados, relação forte de posse com veículos privados (especialmente se o usuário já for dono de um veículo), características particulares dos usuários, baixos níveis de engajamento com MaaS, valor simbólico da posse de um veículo e o uso de veículos em ambientes diversos e com rotas quase únicas. Os autores citados acrescentam que a utilização de veículos elétricos em sistemas de mobilidade como serviço traz a vantagem de agregar valor sem envolver a posse, propiciar um serviço ocasional aos clientes e poder ser uma alternativa que substitua o segundo carro em uma família. Este estudo também mostrou que MaaS no formato de um PSS tende a ser mais facilmente aceito entre usuários que tenham boa relação com tecnologia (*early adopters*) e que valorizem os cuidados com o meio-ambiente.

Com tal complexidade, os sistemas de MaaS que apresentam maior sucesso geralmente envolvem apenas um meio de transporte, e.g. carros por aplicativo como Uber e Didi trazem economias de custos de comunicação entre os passageiros e os motoristas e tendem a diminuir a quantidade de veículos ociosos (BIYANG; BO, 2020). Outro exemplo de parceria é o recente anúncio feito pela Uber, Stellantis e a empresa Free2Move em que a Stellantis proverá os veículos elétricos e a empresa Free2Move irá alugar para motoristas da Uber. Desta forma, a parceria irá auxiliar a meta de eletrificação de 50% da frota do Uber na França e o usuário poderá utilizar veículos elétricos como serviço (GUILLAUME, 2022).

### 3.4. Sustentabilidade e PSS

Os conceitos de PSS e de veículos elétricos estão associados na busca pela sustentabilidade (BIYANG; BO, 2020; ENSSLEN et al., 2020). Considerando os tipos de PSS citados anteriormente e seu impacto ambiental, Nurhadi et al., (2017) analisaram a Avaliação do Ciclo de Vida (LCA – *Life Cycle Assessment*), levando em conta o TCO (*Total Cost of Ownership* – Custo total de posse); neste estudo, os autores mostram que:

- Veículos a combustão (e.g. gasolina) contribuem negativamente não só com a queima de combustíveis fósseis durante sua fase de uso como também com emissões durante a fase de extração e refino de combustíveis.
- Veículos elétricos possuem componentes mais raros como o lítio usado nas baterias e contribuem negativamente para o meio ambiente na sua fase de produção.

- Outro impacto de veículos elétricos está relacionado a energia necessária para recarga durante a fase de uso. Neste caso, o impacto pode ser reduzido ao se utilizar fontes renováveis de energia (como energia solar ou eólica).

Em relação ao modelo de negócio e o tipo de PSS, Nurhadi et al. (2017) iniciam o trabalho com uma avaliação no modelo tradicional de compra de um veículo. Neste sentido, a posse do veículo a combustão é o modelo que mais causa emissão de gases poluentes durante a fase de manufatura e de uso. Ainda neste modelo, a aquisição de veículos elétricos representa redução na geração de CO<sub>2</sub> durante o ciclo de vida completo do produto. Caso esse veículo faça recargas utilizando a energia elétrica de fontes mistas, a redução comparada com o veículo a combustão pode ser de 50 a 60% e no caso de se utilizar fontes de energia renováveis a redução é de 80 a 90% da emissão de CO<sub>2</sub> (NURHADI et al., 2017).

Já na avaliação do impacto ambiental de veículos compartilhados, esse modelo de negócio tem o benefício de reduzir a quantidade de veículos por pessoa e incentiva o uso de outros meios de transporte (GUYON et al., 2021; LAURISCHKAT; JANDT, 2018; NURHADI et al., 2017). Outro fator benéfico relacionado ao compartilhamento de veículos é a discussão não só das emissões na fase de uso do veículo, mas também nas fases de manufatura e na geração de energia para recarga (NURHADI et al., 2017). Porém, ao avaliar a vida completa do produto, Moreau et al. (2020) obtiveram os dados de que, atualmente, as *scooters* elétricas possuem maior impacto em relação a geração de CO<sub>2</sub>. O fator relevante é que quanto maior o uso desta *scooter*, menor será a participação da fase da manufatura no cálculo total de emissão de poluentes, portanto, a longo prazo este modelo auxilia a diminuir a emissão de gases causadores do efeito estufa (MOREAU et al., 2020).

É importante ressaltar que a origem da energia para carregar os veículos influencia significativamente o impacto total da solução e que variam muito em relação a cada país e cidade de operação (GUYON et al., 2021). No caso do compartilhamento de veículos elétricos o uso de fontes renováveis pode reduzir até 80% das emissões (NURHADI et al., 2017).

#### 4. Discussão dos resultados

O Quadro 1 apresenta uma síntese da caracterização dos trabalhos identificados nessa revisão bibliográfica sobre o tema veículos elétricos e sistemas produto-serviço.

É possível identificar a relação da análise fatorial realizada no estudo bibliométrico (Figura 2) com o Quadro 1 e a categorização conforme Tukker (2004). O Cluster 2 que predomina o

tema de sustentabilidade é o mesmo que apresenta os impactos ambientais nos sistemas produto-serviço orientados ao uso e que são representados pelos trabalhos de Guyon et al. (2021) e Moreau et al. (2020).

Quadro 1 - Síntese dos resultados da literatura analisada (2018-2022).

<b>Tipos de PSS (TUKKER, 2004)</b>	<b>Tipo de sistema produto-serviço</b>	<b>Linha de trabalho</b>	<b>Referências</b>
Orientado ao produto	Infraestrutura de carregamento do veículo Elétrico	Parceria para ofertar infraestrutura e serviço de recarga (montadora, cliente, governo e fornecedor de energia) e <i>smart grids</i>	Xiqiao, Yukun, Xianhong (2019) e Yoo, Choi e Sheu (2021)
		Oportunidade de viabilizar e integrar sistemas fotovoltaicos e bancos de baterias residenciais para recarga de veículos elétricos	Laurischkat e Jandt (2018)
Orientado ao uso	Compartilhamento de veículos elétricos	Avaliação do plano de manutenção, peças de reposição e mão de obra especializada com foco em disponibilidade do veículo	Dobaj et al. (2022), Schu, Jussen e Optehostert (2019) e Zhang et al. (2021)
		Impacto ambiental, sustentabilidade e TCO	Ensslen et al. (2020), Guyon et al. (2021), Moreau et al. (2020), Nurhadi et al. (2017) e Teles et al. (2018)
		Avaliação de compartilhamento de outros meios de transporte elétricos (bicicletas e/ou estilo <i>Segway</i> )	Biyang e Bo (2020) e Moreau et al. (2020)
Orientado ao resultado	Mobilidade como serviço/MaaS	Barreiras para implementação de modelos de mobilidade como serviço	Catulli, Potter e Cook (2021)

Fonte: Elaborado pelos autores com base na amostra de publicações desse estudo.

No Quadro 1 é possível observar três linhas de trabalho bem definidas. A primeira linha está relacionada aos sistemas produto-serviço orientados ao produto e diz respeito a infraestrutura mínima para o funcionamento e operação dos veículos elétricos. Esta linha de trabalho tem sido abordada do ponto de vista de parcerias para viabilização da infraestrutura de carregadores e das oportunidades que surgem frente as parcerias com novas partes interessadas - governo, empresas de geração e distribuição de energias e outros (LAURISCHKAT; JANDT, 2018; XIQIAO et al., 2019; YOO; CHOI; SHEU, 2021).

A segunda linha de pesquisa é associada aos sistemas produto-serviço orientados ao uso, isto é, com a busca pelo acesso a veículos elétricos tem surgido iniciativas de compartilhamento de veículos. A opção de compartilhamento garante acesso aos veículos elétricos com reduzido

investimento inicial. Os estudos mostrados no presente trabalho apresentam a preocupação com a manutenção e peças de reposição destes veículos, como um custo relevante para o negócio (DOBAJ et al., 2022; SCHUH et al., 2019; ZHANG et al., 2021) e o benéfico impacto ambiental e sustentável que este modelo traz (GUYON et al., 2021; MOREAU et al., 2020; TELES et al., 2018). O impacto ambiental positivo é o grande motivador tanto de veículos elétricos quanto da proposta de compartilhamento de veículos. É possível identificar que a oferta de veículos compartilhados tem utilizado os veículos elétricos como ferramenta para seu crescimento e difusão (BIYANG; BO, 2020; MOREAU et al., 2020; TELES et al., 2018).

A terceira linha de trabalho é relacionada a sistemas produto-serviço orientados a resultados, traz a mobilidade como serviço/MaaS como solução de meios de transporte públicos e privados (CATULLI et al., 2021). Esse sistema ainda encontra diversas barreiras, entretanto, serviços os como carros de aplicativo tem se destacado pelo seu crescimento e pela busca de ofertar veículos elétricos a seus usuários (BIYANG; BO, 2020; GUILLAUME, 2022).

## **5. Síntese conclusiva**

Este trabalho buscou analisar de que forma os sistemas produto-serviço estão sendo utilizados na adoção de veículos elétricos. Por meio de uma revisão bibliográfica foi possível identificar 14 trabalhos recentes que abordaram essa relação. Utilizando os tipos de sistemas produto-serviço de acordo com sua orientação (produto, uso e resultado) foram categorizadas as iniciativas encontradas na literatura.

Nessa categorização é possível identificar que os temas mais presentes são aqueles relativos aos sistemas produto-serviço orientados ao produto e a forma que estão sendo utilizados para prover a infraestrutura necessária de recarga de baterias. Esses sistemas também estão avaliando as interações com novos participantes do negócio como governos e empresas relacionadas à energia.

Já os sistemas produto-serviço orientados ao uso apresentam a relação dos veículos elétricos com o compartilhamento do produto. Por meio do compartilhamento o acesso ao produto é facilitado (sem investimento inicial) e possíveis barreiras como o carregamento, manutenção e a vida útil da bateria são deixadas a cargo das empresas responsáveis pelo serviço.

Os sistemas produto-serviço orientados ao resultado trazem discussões em relação a mobilidade como serviço e nela os veículos elétricos cumprem a função de atrair novos interessados e auxiliar também o acesso. Foram identificados poucos trabalhos nesta categoria

que, entretanto, tem crescido em função da demanda por veículos elétricos em serviços como carros por aplicativo.

Destaca-se que discussão relacionada a sustentabilidade está presente em grande parte dos trabalhos uma vez que ambos os sistemas produto-serviço e os veículos elétricos trazem benefícios ao meio ambiente, considerando ainda uma potencial redução do número de veículos em circulação e/ou a redução do impacto ambiental por veículo. Dessa forma, este estudo contribui para levantar o que tem sido desenvolvido e benefícios dos sistemas produto-serviço para a indústria de veículos elétricos. Como sugestão para trabalhos futuros estão os casos de empresas automotivas que estão fazendo uma transição em direção ao conceito de produtos-serviço, levando em conta como esta é realizada.

## REFERÊNCIAS

ABNETT, K. EU Countries agree deals on laws to fight climate change. **Reuters**, 28 jun. 2022. Disponível em: <https://www.reuters.com/world/europe/eu-countries-see-deals-laws-fight-climate-change-2022-06-27/>. Acesso em: 10 de janeiro de 2023.

ARIA, M; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: an R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n 4, p. 959–975, 2017.

BIYANG, X; BO, L. Research on Sharing Service System of Electric Balance Vehicle in Smart Community. **International Conference on Intelligent Design**, Xi'an, China, p. 188–192, 2020.

CATULLI, M; POTTER, S; COOK, M. Is it who you are or what you do? Insights for Mobility as a Service from research on a car club. **Research in Transportation Business and Management**, v. 41, p. 10, 2021.

DOBAJ, J; RIEL, A; MACHER, G; EGRETZBERGER, M. A Method for Deriving Technical Requirements of Digital Twins as Industrial Product-Service System Enablers. **Communications in Computer and Information Science**, p. 378–392, 2022.

ENSSLEN, A; GNANN, T; JOCHEM, P; PLÖTZ, P; DÜTSCHKE, E; FICHTNER, W. Can product service systems support electric vehicle adoption? **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 137, p. 343–359, 2020.

GUILLAUME, G. Stellantis and Uber join forces on electric vehicles market in France. **Reuters**, 27 set. 2022. Disponível em: <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/stellantis-uber-join-forces-electric-vehicles-market-france-2022-09-27/>.

GUYON, O; MILLET, D; GARCIA, J; MARGNI, M; RICHEL, S; TCHERTCHIAN, N. Prioritisation of modelling parameters of a free-floating car sharing system according to their sensitivity to the environmental impacts. **Journal of Cleaner Production**, v. 296, n. 126081, p. 10, 2021.

IEA. **Global EV Outlook 2022** - Securing supplies for an electric future, International Energy Agency, 2022a. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022>.

IEA. **World Energy Outlook 2022**. International Energy Agency, 2022b. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>.

KITCHENHAM, B. **Procedures for Performing Systematic Reviews**. Joint Technical Report. v. 33, n. 2004. 2014.

KITCHENHAM, B; PEARL BRERETON, O.; BUDGEN, D; TURNER, M; BAILEY, J; LINKMAN, S. Systematic literature reviews in software engineering - A systematic literature review. **Information and Software Technology**, v. 51, n. 1, p. 7–15, 2009.

KÜHL, N; GOUTIER, M; ENSSLEN, A; JOCHEM, P. Literature vs. Twitter: Empirical insights on customer needs in e-mobility. **Journal of Cleaner Production**, v. 213, p. 508–520, 2019.

LAURISCHKAT, K; JANDT, D. Techno-economic analysis of sustainable mobility and energy solutions consisting of electric vehicles, photovoltaic systems and battery storages. **Journal of Cleaner Production**, v. 179, p. 642–661, 2018.

MILENCE. Milence charging network accelerates Europe's shift to fossil-free road transport. 2022. Disponível em: <https://milence.com/news/milence-accelerates-europes-shift/>. Acessado em: 5 jan. 2023.

MOREAU, H.; DE MEUX, L.J.; ZELLER, V.; D'ANS, P.; RUWET, C.; ACHTEN, W.M.J. Dockless e-scooter: A green solution for mobility? Comparative case study between dockless e-scooters, displaced transport, and personal e-scooters. **Sustainability**, v. 12, n. 1803, p. 18, 2020.

NURHADI, L; BORÉN, S; NY, H; LARSSON, T. Competitiveness and sustainability effects of cars and their business models in Swedish small town regions. **Journal of Cleaner Production**, v. 140, p. 333–348, 2017.

OMAHNE, V; KNEZ, M; OBRECHT, M. Social aspects of electric vehicles research—trends and relations to sustainable development goals. **World Electric Vehicle Journal**, v. 12, n. 1, p. 1–13, 2021.

SCHUH, G; JUSSEN, P; OPTEHOSTERT, F. Iterative cost assessment of maintenance services. 80., 2019. **CIRP Life Cycle Engineering (LCE) Conference**, Elsevier B.V., v. 80, p. 488–493, 2019



SINGH, D; PAUL, U. K; PANDEY, N. Does electric vehicle adoption (EVA) contribute to clean energy?

Bibliometric insights and future research agenda. **Cleaner and Responsible Consumption**, v. 8, p. 12, 2023.

TELES, F.; MAGRI, R.T.G.; ORDOÑEZ, R.E.C.; ANHOLON, R.; COSTA, S.L.; SANTA-EULALIA, L.A.

Sustainability measurement of product-service systems: Brazilian case studies about electric car-sharing.

**International Journal of Sustainable Development and World Ecology**, v. 25, n. 8, p. 721–728, 2018.

TUKKER, A. Eight types of product-service system: Eight ways to sustainability? Experiences from suspronet.

**Business Strategy and the Environment**, v. 13, n. 4, p. 246–260, 2004.

XIQIAO, L; YUKUN, L; XIANHONG, B. Smart grid service evaluation system. 83., 2019. **CIRP Conference**

**on Industrial Product-Service Systems**, Zhuhai e Hong Kong, China, 2019. v. 83, p. 440–444.

YOO, S. H; CHOI, T. Y; SHEU, J. B. Electric vehicles and product–service platforms: Now and in future.

**Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 149, n. 102300, p. 19, 2021.

ZHANG, J; ZHAO, X; SONG, Y; QINGAN, Q. Joint optimization of maintenance and spares ordering policy

for a use-oriented product-service system with multiple failure modes. **Applied Stochastic Models in Business**

**and Industry**, v. 37, n. 6, p. 1123–1142, 2021.

ZHOU, T; CHEN, Z; CAO, Y; MIAO, R; MING, X. An integrated framework of user experience-oriented smart

service requirement analysis for smart product service system development. **Advanced Engineering**

**Informatics**, v. 51, n. 101458, p. 20, 2022.