

# Impacto da tecnologia Vehicle-to-Building na redução do custo e da demanda de energia elétrica: uma revisão sistemática.

Filipe Vasconcelos \* Beatriz Côrrea \* Ana Sousa \* André Moraes \* Jackqueline Azevedo \*  
Maria Tostes \* Carminda Carvalho \*

\* Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia - CEAMAZON,  
Universidade  
Federal do Pará - UFPA, PA. (e-mail: [filipe.vasconcelos01@gmail.com](mailto:filipe.vasconcelos01@gmail.com), [bianca-correa@hotmail.com](mailto:bianca-correa@hotmail.com), [ana.rocha.sousa@itec.ufpa.br](mailto:ana.rocha.sousa@itec.ufpa.br), [andrevitor014@gmail.com](mailto:andrevitor014@gmail.com),  
[jackqueline.21@hotmail.com](mailto:jackqueline.21@hotmail.com), [tostes@ufpa.br](mailto:tostes@ufpa.br), [carmina@ufpa.br](mailto:carmina@ufpa.br))

**Abstract:** Electric vehicles (EVs) are an important tool in electric transition. Their recent deployment has provided new opportunities for the development of ancillary technologies that can overcome their inherent limitations, such as low autonomy when compared to Internal Combustion Engine Vehicles (ICEV) and high acquisition costs. In this context, the improvement of Smart Charging strategies is crucial for optimizing the potential of EVs. One of the ways to explore the capabilities of these vehicles is the vehicle-to-building (V2B) technology, which involves the return of energy stored in the batteries of automobiles to buildings. This paper investigates the possibility of using this strategy to reduce electricity cost and demand through a systematic review of the literature from the last four years. The results suggest that V2B can lower electricity costs, but it has limitations related to the precise control of the battery's charge and discharge cycle, in addition to requiring ancillary services and flexible energy tariff prices for effective reduction of electricity usage and cost.

**Resumo:** Veículos elétricos são uma importante ferramenta na transição elétrica. Sua implementação recente gera também oportunidades de desenvolvimento de tecnologias auxiliares que podem suplantam suas deficiências inerentes, como baixa autonomia quando comparado a veículos de combustão interna e alto preço de aquisição. Uma das maneiras de explorar as capacidades de veículos elétricos é a tecnologia *Vehicle to Building (V2B)*, que envolve o retorno da energia estocada das baterias dos veículos às edificações. Este artigo investiga a possibilidade de redução de custo de energia elétrica através do uso desta estratégia com uma revisão da literatura dos últimos quatro anos de pesquisa. Os resultados implicam que o V2B consegue reduzir o custo da energia elétrica, mas tem limitações relacionadas ao controle rigoroso de cargas e descargas da bateria, além necessitar de serviços auxiliares e preços de tarifa de energia flexíveis.

**Keywords:** Vehicle to Building; Vehicle to Grid; V2G; V2B; NZEB; Energy Efficiency.

**Palavras-chave:** Vehicle to Building; Vehicle to Grid; V2G; V2B; NZEB; Eficiência Energética.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente mais da metade da população mundial vive em cidades, que são responsáveis por 75% das emissões globais de CO<sub>2</sub>. Os edifícios são grandes consumidores de energia, representando quase 40% do consumo global de energia e emitindo uma proporção semelhante de CO<sub>2</sub>. Além disso, o setor de transporte consome quase 32% da energia final consumida globalmente (Wu *et al.*, 2022) e, de acordo com a Comissão Europeia, representa quase um quarto das emissões de gases de efeito estufa (GEE) das cidades, sendo uma das indústrias que mais contribuem para a poluição do ar (Shams Ashkezari *et al.*, 2023).

Uma das mitigações propostas é a integração de veículos elétricos (VEs) e, desde o tratado de Paris, diversos países têm adotado medidas para encorajar a comercialização de VEs. Noruega, Índia e Israel, por exemplo, asseguram o veto de

comercialização de veículos de combustão interna até 2040. Ainda assim, diversas barreiras são percebidas à adoção de VEs, como o alto preço inicial, autonomia menor quando comparado a veículos de combustão interna (VCI) e dependência de infraestrutura de recarga, além de longos períodos de reabastecimento.

Muitos estudos são realizados para identificar oportunidades de mitigar os problemas supracitados, como a conexões plug-in de VEs (Aparicio and Grijalva, 2021). A maioria deles discute sobre a possibilidade de plugar os VEs para carregamento durante baixa na demanda e ofertar energia durante picos. Pesquisas como (Turker and Bacha, 2018) demonstram, ainda, estratégias de múltiplos carregamentos durante o dia ao invés de apenas uma carga e uma descarga diária, como a maioria dos outros estudos, e chegou a

conclusão de que esse modo de operação é benéfico em ciclos com alta variação de preço de energia.

Outros estudos ainda levam em consideração o estado de carga das baterias. É mencionado que veículos com capacidade “*Vehicle to Grid*” (V2G) não são utilizados em sua plenitude, restando metade de um dia de carga ociosa (Berthold *et al.*, 2011), enquanto outros trabalhos atestam que um VE como o *Nissan Leaf*, com capacidade de armazenamento de 40 kWh, emprega em média apenas 14% de sua bateria em sua rotina diária (De Lazari and Sperandio, 2019). Todos estes trabalhos mencionados constatarem também que é possível obter reduções no custo do carregamento na ordem de 15 a 50%, dependendo do estudo.

No panorama atual, VEs têm seus bancos de bateria em constante desenvolvimento (Tchagang and Yoo, 2020). É previsto que em breve estes devem auxiliar edificações comerciais a controlar consumo de energia e custos. VEs possuem uma barreira no seu uso na forma de degradação das baterias e o uso corriqueiro dos veículos reduz a vida útil dessas peças.

Mesmo com estas dificuldades, para alcançar a transição energética almejada pela sociedade é necessário tomar medidas imediatas para redução da emissão GEE (Barone *et al.*, 2022). A redução é especialmente demandada em contextos de edificações e transportes, que contabilizam aproximadamente dois terços de todas as emissões mundiais e de consumo global de energia (Neves, Marques and Fuinhas, 2017). Com o intuito de alcançar metas de edificações com consumo próximo ao zero (NZEB), o uso de energias renováveis associadas à sistemas de gestão de energia inteligente é recorrente.

Nos trabalhos pesquisados, é possível perceber que veículos VEs com configurações bidirecionais de fornecimentos são fundamentais para a implementação de *Smart Grids* (SGs) como reguladores da rede e bancos de bateria móveis. Sua implementação, no entanto, ainda é estudada. Estudos recentes observam o impacto econômico dessas tecnologias e sistemas de gestão.

O intuito deste trabalho, diante do apresentado, é investigar como uma dessas estratégias de manuseio inteligente de energia pode auxiliar na redução do consumo de energia para edificações. Isso será realizado a partir dos trabalhos recentes publicados em bancos de dados científicos disponíveis. Este artigo propõe uma organização desses artigos para identificar novas tendências e lacunas de conhecimento a serem exploradas da estratégia V2B.

Este trabalho é dividido em introdução, onde é apresentado o panorama de veículos elétricos e suas tecnologias em geral, metodologia, desenvolvimento, onde serão apresentados os achados pertinentes à integração do V2B e o cenário econômico de redução de consumo de energia, resultados dos achados e conclusão, encerrando o estudo com oportunidades de pesquisa posteriores.

## 2. METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma revisão sistemática da literatura científica e os procedimentos adotados seguem uma sequência lógica de: elaboração do problema da pesquisa, busca na literatura, seleção de artigos, extração de dados, análise e sintetização dos dados e, por fim, redação e publicação dos resultados.

Quanto às ferramentas para a busca dos artigos, duas bases de dados foram utilizadas: o *Web of Science* e o Portal de Periódicos CAPES. A busca na literatura considerou alguns critérios a serem adotados. Primeiramente, quanto ao tempo: incluindo somente trabalhos publicados entre os anos de 2020 e 2023. Quanto ao idioma, foram selecionadas apenas obras elaboradas em inglês.

A primeira etapa desta revisão é a formulação da pergunta de pesquisa. Dessa maneira, com o objetivo de investigar o potencial de redução de demanda de energia elétrica da estratégia V2B para edificações, foi elaborada a seguinte questão norteadora do trabalho: quais os impactos da estratégia V2B quanto à redução de demanda e de custos com eletricidade em edificações?

A busca sistemática nos bancos de dados utilizou as palavras-chave “*Vehicle-to-Building*” ou “V2B”. Na plataforma *Web of Science* foram obtidos 59 resultados, dos quais 12 foram selecionados após uma leitura de seus títulos e resumos. Após a leitura completa destes artigos, apenas 4 focaram-se no tema deste trabalho, portanto, somente eles foram considerados.

No Portal de Periódico CAPES, a pesquisa foi realizada com os mesmos critérios e incluindo apenas os trabalhos revisados por pares, totalizando 66 trabalhos. Dentre estes, 15 foram descartados imediatamente por serem de outras áreas do conhecimento e não terem relação alguma com o tema de mobilidade elétrica. Na sequência, descartou-se trabalhos previamente avaliados na busca anterior. Os demais artigos foram revisados e, no final, 6 foram selecionados para o trabalho.

A tabela 1 ilustra os trabalhos selecionados no final da revisão da literatura. As principais contribuições dessas obras são apresentadas no desenvolvimento da Seção 2.

**Tabela 1. 10 artigos encontrados para análise por autor.**

Autores	Ano	Assunto Principal	Reduz custos de energia nas edificações?
BARRETO et al.	2022	Integração da tecnologia V2B com Smart Grids	Sim

SHAMS ASHKEZARI et al.	2023	Sistemas de gerenciamento de energia residencial para alcançar um NZEB usando RES e V2H	Sim	BUONOMANO, Anamaria	ambientais e sociais na disponibilidade de energia para a edificação.
					2020
APARICIO, Miguel Jiménez; GRIJALVA, Santiago.	2020	Análise econômica de um modelo de negócios para estacionamento de VEs V2G e V2B.	Sim		
TCHAGANG, Alain; YOO Yeong.	2020	Simulação estocástica de uma rede com VEs para ótima carga, descarga, degradação de baterias e consumo de energia.	Sim		
BARONE et al.	2022	Simular o desempenho de uma rede V2B <sup>2</sup> para integração de um sistema fotovoltaico e uma comunidade para alcançar a meta de ZEB.	Sim		
MIRHOSEINI, Peiman; GHAFARZADEH, Navid	2020	MILP para avaliação de PV BESS E VEs	Sim		
WU et al.	2021	VE e energia transativa sustentável	Sim		
BOROZAN, Stefan; GIANNELOS, Spyros; STRBAC, Goran.	2022	Carregamento inteligente de veículos elétricos e planejamento de expansão estratégica de redes	Sim		
BORGE-DIEZ et al.	2021	Simulação de V2B analisando impactos	Sim		

### 3. DESENVOLVIMENTO

Muitos trabalhos têm sido publicados referente às tecnologias V2B, V2G e suas configurações. À frente, são expostos os artigos levantados e seus resultados pertinentes.

O estudo de Barreto, Faria e Vale (2022), através de uma revisão bibliográfica do assunto, demonstra que baterias de VEs funcionam como sistemas de armazenamento de energia. A combinação entre VEs e recursos energéticos renováveis como solar e eólico auxiliam na eficiência energética de edificações, principalmente residenciais. Desta maneira, VEs podem facilitar a integração destes recursos renováveis, guardando excessos de energia e fornecendo de volta à rede em momentos mais oportunos para o cliente. Em (Aslam, Khalid and Javaid, 2020) deste artigo, um modelo matemático de "Mixed-Integer Linear Programming" (MILP) foi proposto para cortar custos de energia em integração entre uma casa inteligente com geração fotovoltaica e eólica e um VE e essa simulação obteve uma redução de custo significante.

Em uma proposta similar, voltada ao V2B e edificações comerciais, uma simulação semelhante foi aplicada com uma situação colaborativa entre um sistema fotovoltaico e uma estação de recarga. Mesmo com a degradação do sistema de armazenamento do prédio, ainda foi possível observar uma queda no custo total em 7,2% (Wu *et al.*, 2017), e estudos como (Ioakimidis *et al.*, 2018) corroboram que a implementação de VEs tem impactos positivos na redução de picos de demanda em edificações. Além disso, foi possível observar que VEs, através de novos sistemas de controle, podem auxiliar também na regulação da frequência de tensão através do fornecimento de potência reativa (Li *et al.*, 2019).

No estudo de Mirhoseini e Ghaffarzadeh (2020), também com a utilização do modelo MILP, foram avaliados em diversos cenários os custos operacionais e comerciais de eletropostos integrados com painéis fotovoltaicos (PV), sistema de armazenamento de energia (BESS) e edificação, minimizando o custo diário de sua implementação e promovendo a otimização do sistema, concluindo que há uma redução significativa com a implementação de V2G e V2B dos VEs no eletroposto.

Trazendo o conceito de energia transativa (TE), definida como uma metodologia econômica e de controle para equilibrar a oferta e demanda da rede de energia (Wu *et al.*, 2022), e sua

implantação para alcançar a NZEB aliada aos veículos elétricos, a baseando na utilização do *blockchain*, alcançando uma maior flexibilidade para operações de transações de energia e garante uma geração de energia mais próxima da sua demanda com o auxílio das tecnologias V2G/V2B.

O artigo de Borozan, Giannelos e Strbac (2022) avalia a integração de conceitos de carregamento inteligente em conjunto com o planejamento estratégico de expansão da rede. O estudo propôs modelos eficientes para investimento e operação de G2V, V2G e V2B no contexto do sistema de energia do Reino Unido, destacando o potencial econômico de V2G no planejamento de rede estratégico, e constatando os benefícios de V2B em termos de gerenciamento de energia do edifício ao qual os VEs estão associados.

No contexto residencial, o V2H pode permitir a atuação do VE como uma fonte de alimentação de *backup*, ao fornecer eletricidade para uma casa durante corte de energia de curto prazo, auxilia na redução da demanda de pico e compras de energia da rede, bem como regulando o próprio uso da energia (Shams Ashkezari *et al.*, 2023) Nesse artigo, além da comprovação desses benefícios, é realizada a avaliação de elementos do V2H e são identificadas questões que necessitam de atenção para próximos trabalhos e busca de soluções, como a energia instável e seus impactos no carregamento e bateria, além de apresentar desempenho ruim em tarifas de eletricidade variáveis.

Outro estudo pelos autores Aparicio e Grijalva (2021) propõem um problema temporal de otimização, onde as variáveis de decisão são a carga e descarga dos VEs com tecnologia V2B e V2G. O cerne desse algoritmo é de programação linear, com limites superiores e inferiores. Também foram utilizados custos de tarifa em tempo real, com alterações horárias. Os resultados da simulação demonstram que economias com custos providos pelo V2B e V2G, para clientes residenciais, pode ser expandida para negócios de médio porte.

Este estudo encontrou uma economia de carregamento de 14,66%, um pouco inferior ao encontrado na literatura, de 15 a 20%. As simulações comprovam que, para o caso de tarifas variáveis em períodos de sazonalidade, tecnologias V2G e V2B podem ser rentáveis para cenários de negócios. Contudo, é importante ressaltar que a economia alcançada depende fortemente da quantidade de veículos, da flutuação de tarifas e da eficiência do sistema de carga e descarga, portanto, resultados podem variar por cenário.

O trabalho realizado por Tchagang e Yoo (2020) compreende uma simulação de uma rede VEs, incluindo os processos aleatórios inerentes ao sistema. Isso é realizado através da modelagem de cinco usuários com diferentes perfis de uso e limites diferentes de estado de carga de suas baterias, com o objetivo de encontrar as melhores estratégias e políticas para utilização das baterias e reduzir a conta de eletricidade do proprietário. Além disso, objetiva-se encontrar a variação

ótima de estado de carga para diminuir a degradação da bateria enquanto estas baterias entregam energia para a edificação durante picos de demanda e regulação da frequência simultaneamente. Dentro das restrições apresentadas pelo estudo, baterias podem alcançar melhores benefícios no quesito de economia se estas forem utilizadas para outros serviços auxiliares dentro dos parâmetros de estado de carga recomendados e se forem rigorosamente policiadas em seus ciclos de recarga e descarga.

Para todos os perfis estudados, o provimento de serviços auxiliares de regulação de frequência e diminuição do pico de demanda produz reduções nas contas de eletricidade tanto do proprietário do VE, quanto do dono da edificação. Para os VEs, o perfil que possui menor variância (estado de carga mínimo de 50%), os benefícios são mais evidentes, com projeções de redução na conta de aproximadamente 20%. Dentro dos parâmetros analisados nesse trabalho, é possível concluir que, mesmo com diversos perfis de carga, é possível alcançar cerca de 10% de reduções nas contas de eletricidade, considerando que as baterias funcionam para abastecer o VE, fornecer energia em momentos de pico e para serviços auxiliares dentro de restrições rigorosas de estado de carga.

O trabalho de Barone *et al.* (2022) observa VEs como uma possibilidade de transporte de energia de sistemas off-grid de geração de energia fotovoltaica para edificações e comunidades, denominado *Building to Vehicle to Building* (V2B<sup>2</sup>). O alvo desta implementação é o alcance da meta de "Zero Energy Buildings" (ZEB).

Foi modelado um sistema onde VEs funcionam como recursos de armazenamento de energia e vetores energéticos. As simulações investigam a possibilidade de incremento em eficiência energética dentro do sistema V2B<sup>2</sup> proposto para um conglomerado de usuários. Este consiste em: duas edificações, uma residencial e uma de escritórios; um VE a bateria bidirecional; uma usina fotovoltaica e um banco de baterias para auxiliar na produção excedente de energia pela usina. Por fim, foi realizado um estudo de caso em 22 países europeus para verificar o impacto de radiação solar e fatores climáticos no sistema proposto. As simulações mostram que o sistema proposto de controle de energia facilita o autoconsumo de energia renovável por parte das comunidades. Os melhores resultados foram obtidos com a implementação em países de baixa latitude a temperaturas mais amenas, com maior potencial de geração fotovoltaica. Também foi observado que quanto maior for o preço da energia ofertada, mais plausível se torna esse sistema, com percentuais de redução de custo que variam do mínimo de 13% até 71%.

Na pesquisa desenvolvida por Borge-Diez *et al.* (2021), suas contribuições são voltadas aos impactos que o perfil de uso do veículo elétrico tem na disponibilidade de carregamento para a edificação. Os autores definem 3 grupos sociais (*freelancers*, passageiros e trabalhadores) de acordo com a sua atividade laboral e o poder aquisitivo, esses parâmetros são definidos

para tornar a simulação o mais próximo do real, pois uma das barreiras da adoção dos VE é o valor do veículo. As simulações foram feitas utilizando *Python* e redes neurais considerando duas cidades da Espanha localizadas em duas zonas climáticas diferentes, além de considerar o perfil do usuário. Os resultados mostraram uma variação de 76 kWh e 152 kWh de energia disponível para a edificação dependendo dos grupos sociais que transitam naquela edificação.

A autora Buonmano (2020) traz o conceito de NZEB relacionado com a necessidade de regulação para se ter uma transição energética eficiente. A implementação de sistemas fotovoltaicos na edificação associada ao carregamento de VEs se mostra muito proveitosa, uma vez que, a junção das duas tecnologias promove a redução do pico, deslocamento de carga, aumento do autoconsumo e maior confiabilidade na rede. O aumento do autoconsumo destacado por Buonmano permite a redução dos impactos na rede elétrica por aumento de tensão e problemas relacionados à qualidade de energia. Em seus resultados, a redução de consumo da edificação representa um mínimo de 38% a um máximo de 73%, permitindo que a edificação fique o mais próximo de um consumo quase zero. Nos resultados destaca-se que a rentabilidade do sistema só é obtida nos de pequeno porte e a redução de valores está diretamente ligada pelas políticas e valores de mercado da localidade em que o sistema está inserido.

Após a análise de diversos artigos, fica evidente que o *Vehicle-to-Building* (V2B) oferece benefícios claros para redução da demanda de energia elétrica. A adoção dessa tecnologia ganha maior atratividade quando associada a fontes renováveis, viabilizando, assim, uma considerável diminuição nas emissões de CO<sub>2</sub> em toda a extensão da cadeia de suprimentos, ao mesmo tempo que facilita a alocação eficiente da produção de energia durante períodos de maior disponibilidade de energia elétrica. Consequentemente, isso contribui para a mitigação das problemáticas vinculadas à qualidade da energia, as quais frequentemente se relacionam com a alta penetração de geração distribuída no sistema elétrico.

Apesar das vantagens inerentes, a implementação em grande escala do V2B enfrenta desafios relacionados à regulação eficaz do processo de carregamento e descarregamento das baterias. A literatura salienta a necessidade de sistemas robustos que conduzam esse processo de maneira a preservar a longevidade das baterias dos veículos interligados às edificações, bem como a assegurar a integridade da qualidade da energia interna nas construções. É essencial que a energia transitória seja regulamentada meticulosamente, harmonizando o balanço entre a oferta e a demanda da rede elétrica, assim como a frequência dos sistemas, garantindo, por conseguinte, a segurança e a eficiência operacional dessa tecnologia.

Adicionalmente, os proprietários de veículos elétricos emergem como um obstáculo relevante. A viabilidade dessa

tecnologia está intrinsecamente vinculada à existência de tarifas energéticas flexíveis e legislações que permitam a comercialização de energia. Não menos importante, o impacto direto do custo das tarifas na disponibilidade energética das edificações é uma consideração vital. Para superar essa contingência, a consideração de alternativas de comercialização, como a exploração de *blockchains*, surge como uma possibilidade para otimizar a operação dessa modalidade de energia.

Diante da incipiência dessa tecnologia, o êxito na sua implementação pressupõe a elaboração de políticas eficazes, bem como a promoção da conscientização e educação tanto entre os usuários quanto entre os administradores das edificações, de modo a alcançar uma compreensão abrangente da tecnologia e de seus impactos benéficos. Paralelamente aos desafios supracitados, não se pode subestimar o potencial inerente ao *Vehicle-to-Building*, com esforços direcionados a superar as barreiras apresentadas. Na medida em que a tecnologia avança e os níveis de conscientização e infraestrutura se aprimoram, é plausível que o V2B se consolide progressivamente como um componente integral da infraestrutura energética sustentável.

#### 4. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.

A inclusão de VEs ao ambiente das edificações ainda é tópico de recente discussão. Os artigos levantados demonstram que o âmbito internacional se encontra avançado nas pesquisas e implementações de tecnologias inteligentes como o V2B. Os resultados ainda asseguram que a sua implementação é uma questão de tempo. A escassez de estudos encontrados de origem e aplicação brasileira denotam uma necessidade de avanço na análise dessa tecnologia para o panorama nacional.

Ainda mais, pode ser percebido que, apesar do volume de estudos encontrados, os parâmetros de avaliação do sistema interligado entre edificações e VEs ainda necessitam de padronização. Simulações mais robustas, que levem em consideração os aspectos fixos e estocásticos precisam ser desenvolvidos de maneira holística, de modo a evidenciar a aplicabilidade desta tecnologia com maior teor de minúcia. Trabalhos futuros recomendados envolvem o desenvolvimento de modelos de otimização que possam ser aplicados em diferentes regiões e climas para corretamente prever a capacidade do sistema de mitigar o consumo de edificações, que hoje em dia, somam uma parcela relevante de todo o consumo de energia elétrica mundial, além de explorar estudos sobre desafios e impactos da implantação de VEs conforme seu avanço e ampliação dos bancos de dados utilizados, incluindo plataformas como o *IEEE Xplore*.

#### 5. AGRADECIMENTOS.

Agradecemos ao Centro de Excelência em Eficiência Energética na Amazônia (CEAMAZON) por possibilitar a realização desta pesquisa, assim como o Projeto de Gestão de

Energia Elétrica (GEE), coordenados pelas professoras Dras. Maria Emília de Lima Tostes e Carmina Célia Moura de Moura Carvalho, respectivamente.

## 6. REFERÊNCIAS.

- Aparicio, M.J. and Grijalva, S. (2021) ‘Economic Assessment of V2B and V2G for an Office Building’, in 2020 52ND NORTH AMERICAN POWER SYMPOSIUM (NAPS). 345 E 47TH ST, NEW YORK, NY 10017 USA: IEEE (North American Power Symposium). Available at: <https://doi.org/10.1109/NAPS50074.2021.9449799>.
- Aslam, S., Khalid, A. and Javaid, N. (2020) ‘Towards efficient energy management in smart grids considering microgrids with day-ahead energy forecasting’, *Electric Power Systems Research*, 182, p. 106232. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2020.106232>.
- Barone, G. et al. (2022) ‘Energy virtual networks based on electric vehicles for sustainable buildings: System modelling for comparative energy and economic analyses’, *ENERGY*, 242. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122931>.
- Barreto, R., Faria, P. and Vale, Z. (2022) ‘Electric Mobility: An Overview of the Main Aspects Related to the Smart Grid’, *ELECTRONICS*, 11(9). Available at: <https://doi.org/10.3390/electronics11091311>.
- Berthold, F. et al. (2011) ‘PHEV control strategy including vehicle to home (V2H) and home to vehicle (H2V) functionalities’, in 2011 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference. IEEE, pp. 1–6. Available at: <https://doi.org/10.1109/VPPC.2011.6043120>.
- Borge-Diez, D. et al. (2021) ‘Combined vehicle to building (V2B) and vehicle to home (V2H) strategy to increase electric vehicle market share’, *Energy*, 237, p. 121608. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121608>.
- Borozan, S., Giannelos, S. and Strbac, G. (2022) ‘Strategic network expansion planning with electric vehicle smart charging concepts as investment options’, *Advances in Applied Energy*, 5, p. 100077. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.adapen.2021.100077>.
- Buonomano, A. (2020) ‘Building to Vehicle to Building concept: A comprehensive parametric and sensitivity analysis for decision making aims’, *Applied Energy*, 261, p. 114077. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114077>.
- Ioakimidis, C.S. et al. (2018) ‘Peak shaving and valley filling of power consumption profile in non-residential buildings using an electric vehicle parking lot’, *Energy*, 148, pp. 148–158. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.01.128>.
- De Lazari, G.M. and Sperandio, M. (2019) ‘Vehicle-to-Home Evaluation in Brazil’, in 2019 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference - Latin America (ISGT Latin America). IEEE, pp. 1–6. Available at: <https://doi.org/10.1109/ISGT-LA.2019.8895438>.
- Li, Y. et al. (2019) ‘An MPC based optimized control approach for EV-based voltage regulation in distribution grid’, *Electric Power Systems Research*, 172, pp. 152–160. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2019.03.003>.
- Mirhoseini, P. and Ghaffarzadeh, N. (2020) ‘Economic battery sizing and power dispatch in a grid-connected charging station using convex method’, *Journal of Energy Storage*, 31, p. 101651. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.est.2020.101651>.
- Neves, S.A., Marques, A.C. and Fuinhas, J.A. (2017) ‘Is energy consumption in the transport sector hampering both economic growth and the reduction of CO<sub>2</sub> emissions? A disaggregated energy consumption analysis’, *Transport Policy*, 59, pp. 64–70. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.07.004>.
- Shams Ashkezari, L. et al. (2023) ‘Are Commercial EV Chargers Ready to Aid with Household Power Consumption?’, *Electronics*, 12(9), p. 2065. Available at: <https://doi.org/10.3390/electronics12092065>.
- Tchagang, A. and Yoo, Y. (2020) ‘V2B/V2G on Energy Cost and Battery Degradation under Different Driving Scenarios, Peak Shaving, and Frequency Regulations’, *WORLD ELECTRIC VEHICLE JOURNAL*, 11(1). Available at: <https://doi.org/10.3390/wevj11010014>.
- Turker, H. and Bacha, S. (2018) ‘Optimal Minimization of Plug-In Electric Vehicle Charging Cost With Vehicle-to-Home and Vehicle-to-Grid Concepts’, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 67(11), pp. 10281–10292. Available at: <https://doi.org/10.1109/TVT.2018.2867428>.
- Wu, D. et al. (2017) ‘Two-Stage Energy Management for Office Buildings With Workplace EV Charging and Renewable Energy’, *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, 3(1), pp. 225–237. Available at: <https://doi.org/10.1109/TTE.2017.2659626>.
- Wu, Ying et al. (2022) ‘Decentralized transactive energy community in edge grid with positive buildings and interactive electric vehicles’, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 135, p. 107510. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2021.107510>.