



Modelagem numérica de veículos elétricos (BEV) e híbridos célula a combustível (FCHEV) no ADVISOR: uma breve revisão da literatura
Numerical modeling of battery electric vehicles (BEVs) and fuel cell hybrid electric vehicles (FCHEVs) in ADVISOR: a brief literature review

Wilson José Feroni^{1,2,*}, Rita de Cassia Feroni³, Oldrich Joel Romero⁴

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade Federal do Espírito Santo – Ufes, campus São Mateus, ES, Brasil

² Professor EBTB do Instituto Federal de Educação do Espírito Santo – Ifes, campus Colatina, ES, Brasil

³ Professora do Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Espírito Santo – Ufes, campus Goiabeira, Vitória, ES, Brasil

⁴ Professor do Programa de Pós-graduação em Energia da Universidade Federal do Espírito Santo – Ufes, campus São Mateus, ES, Brasil

*Autor para correspondência, E-mail: wilson@ifes.edu.br

Resumo: É apresentada uma revisão bibliográfica sobre veículos híbridos com célula a combustível de hidrogênio (FCHEV) e veículos elétricos a bateria (BEV), fundamentada em simulações numéricas realizadas no *software* ADVISOR. A investigação foi conduzida a partir da seleção de cinco artigos, definidos por critérios bibliométricos a partir da metodologia *Science Mapping* e as bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, com o intuito de comparar o consumo de combustível, o desempenho e as emissões de gases de efeito estufa desses dois tipos de veículos. O ADVISOR, desenvolvido como uma ferramenta de simulação e análise do comportamento dinâmico de veículos, permite avaliar diferentes configurações de propulsão, incluindo veículos elétricos, híbridos a célula de combustível e modelos equipados com motores de combustão interna (ICEV). Dessa forma, constitui uma plataforma abrangente para o estudo comparativo entre alternativas de mobilidade elétrica e convencional.

Palavras-chave: ADVISOR, hidrogênio, célula de combustível, simulação numérica, veículos.

Abstract: A bibliographic review is presented on hydrogen fuel cell hybrid electric vehicles (FCHEVs) and battery electric vehicles (BEVs), based on numerical simulations performed using the ADVISOR software. The investigation was conducted by selecting five research articles identified through bibliometric criteria, following the *Science Mapping* methodology and using the *Web of Science* and *Scopus* databases. The main objective was to compare the fuel consumption, performance, and greenhouse gas emissions of these two types of vehicles. ADVISOR, developed as a simulation and analysis tool for the dynamic behavior of vehicles, enables the evaluation of different powertrain configurations, including battery electric, fuel cell hybrid, and internal combustion engine vehicles (ICEVs). Thus, it provides a comprehensive platform for comparative studies between electric and conventional mobility alternatives.

Keywords: ADVISOR, hydrogen, fuel cell, numerical simulation, vehicles.

1 Introdução

A literatura recente tem explorado de forma intensiva o uso de plataformas de simulação veicular como ferramentas para a estimativa de consumo energético, desempenho dinâmico e emissões associadas a

distintas arquiteturas de trem de força, bem como seus subsistemas de transmissão e conversão de energia, conforme pode ser visto em (Feroni et al., 2024).

Ferramentas como o ADVISOR (NREL, 1999) e o Autonomie (ANL, 2025) figuram entre os ambientes de simulação veicular bastante utilizados por reunirem bibliotecas extensas de modelos de componentes e implementarem ciclos de condução padronizados, como o *Federal Test Procedure 75* (FTP-75) e o *Highway Fuel Economy Test* (HWFET), o que viabiliza comparações, sob condições controladas, entre veículos híbridos a célula a combustível (*Fuel-Cell Electric Hybrid Vehicle* – FCHEV), elétricos a bateria (BEV) e dotados de motor de combustão interna (*Internal Combustion Engine Vehicle* – ICEV), respaldado por validações com dados de dinamômetro e medições em campo (Markel et al., 2002; ANL, 2025).

Nos veículos híbridos com célula a combustível de hidrogênio (FCHEV), a modelagem e o controle preditivo da pilha de combustível (*Proton-Exchange Membrane Fuel Cells* – PEMFC), permitem compreender a resposta do sistema diante de variações súbitas de demanda de potência e, a partir disso, conceber estratégias de gerenciamento de energia nas quais a bateria atua como amortecedor de mudanças de potência, absorvendo solicitações rápidas e armazenando energia nas frenagens regenerativas. Esse arranjo reduz solicitações transitórias sobre a pilha de combustível (PEMFC), favorecendo sua operação em faixas mais eficientes, diminuindo o consumo de hidrogênio e mitigando a degradação associada a mudanças rápidas de carga frequentes (Ma et al., 2022).

O *software* ADVISOR, implementado em MATLAB/Simulink®, destaca-se como ambiente de simulação veicular que reúne bibliotecas de componentes e ciclos de condução padronizados como o FTP-75, HWFET, permitindo avaliar, sob condições controladas, veículos elétricos a bateria, híbridos com célula a combustível e configurações com motor de combustão interna, com combinações flexíveis entre fontes e armazenadores de energia (Markel et al., 2002). Seu fluxo típico de uso envolve: (i) parametrizar os componentes do trem de força, (ii) selecionar o ciclo de condução e as condições operacionais e (iii) processar e analisar os resultados (Rusu et al., 2018). Neste sentido, o objetivo do presente trabalho é, a partir da metodologia *Science Mapping* e das bases de dados *Web of Science* e *Scopus* apresentar uma revisão bibliográfica sobre veículos híbridos com célula a combustível de hidrogênio (FCHEV) e veículos elétricos a bateria (BEV), fundamentada em simulações numéricas realizadas no *software* ADVISOR.

2 Metodologia

Os artigos escolhidos para a análise, foram pesquisados nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, e a seleção seguiu o fluxo conforme a Figura 1.

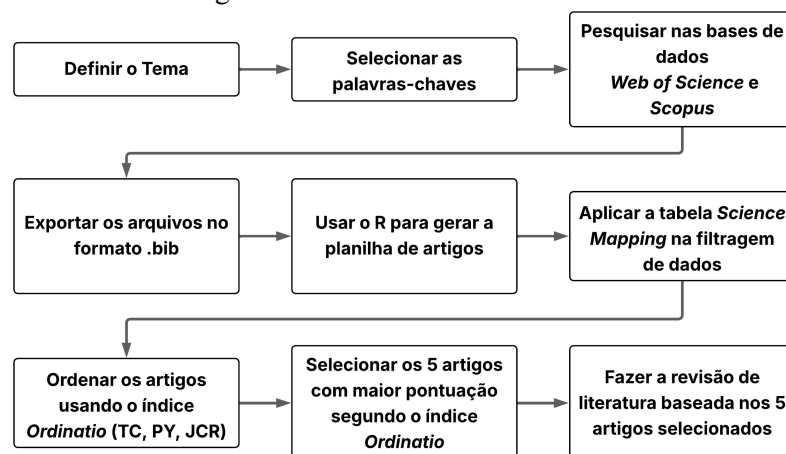


Figura 1. Procedimento metodológico aplicado à revisão bibliométrica.

Adotou-se a metodologia do *Workshop Science Mapping* (Baldam, 2020), que tem como propósito ampliar a proficiência na realização de pesquisas bibliográficas, fundamentais para a elaboração de projetos de pesquisa, dissertações e teses que demandem revisões atualizadas e de elevado rigor acadêmico. Esta metodologia permite utilizar o *software* R junto com a ferramenta Bibliometrix para selecionar os artigos mais relevantes em determinadas áreas de estudo e extrair dados bibliométricos.

A pesquisa bibliométrica foi feita nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, utilizando as palavras chaves: *fuel cell*, *advisor*, *hybrid* e *vehicles*. Foram encontrados 84 trabalhos, dos quais 62 eram artigos que atendiam aos critérios de busca. A seleção dos mais relevantes foi feita com base no valor do índice

Ordinatio (TC, PY, JCR), gerado pela tabela Science Mapping-R, considerando apenas os artigos publicados a partir de 2017.

O índice *Ordinatio* é uma métrica composta que ranqueia artigos científicos combinando três fatores, o número total de citações (TC), o ano de publicação (PY), que prioriza os trabalhos mais recentes, e o fator de impacto do periódico (JCR), sendo utilizada para medir a relevância e a atualidade dos estudos em análises de mapeamento científico. A Figura 2, mostra os artigos a partir do ano 2017 enumerados de acordo com o índice *Ordinatio* da planilha *Science Mapping*.

Dados obtidos das bases via Bibliometrix											Índices			
Autor (AU)	Título (TI)	Resumo (AB)	KW Autor (DE)	KW publicador (ID)	Source	Total de citações (TC)	Ano (PY)	Língua (LA)	Tipo (DT)	DOI (DI)	FL_JCR	Ordinatio (TC, PY, JCR)	Cite_Score_Scopus	Qualis
AHMADI S;B/	IMPROVING FUEL ECONC FUEL-CE ENERC MODE ENERC					304	2018	ENGLI	ARTICI	10.1016/j.j.€	11,533	323,53	18,0	A1
FU Z;LI Z;SI P;A	HIERARCHICAL ENERGY IN THIS EQUIV ENERC INTER					128	2019	ENGLI	ARTICI	10.1016/j.j.i	7,139	144,14	10,0	A1
FU Z;ZHU L;T/	OPTIMIZATION BASED EN OPTIMI2 FUEL C POWE INTER					105	2020	ENGLI	ARTICI	10.1016/j.j.i	7,139	122,14	10,0	A1
SHUSHENG ,J/	RESEARCH AND DEVELOF COMBIN FUEL C NA INTER					56	2020	ENGLI	ARTICI	10.1016/j.j.i	7,139	73,14	10,0	A1
TAO F;ZHU L;	FREQUENCY DECOUPLING IN ORDE FUEL C POWE IEEE A					53	2020	ENGLI	ARTICI	10.1109/A	3,476	66,48	6,7	-
ZHANG G;CH	MODELING, OPTIMIZATI THIS PA FUEL C ENERC INTER					52	2017	ENGLI	ARTICI	10.1016/j.j.i	7,139	66,14	10,0	A1
ANBARASU A	NOVEL ENHANCEMENT C IN THIS FUEL C POWE ENERC					39	2022	ENGLI	ARTICI	10.1016/j.j.€	11,533	62,53	18,0	A1
MAZOUZI A;I	COMPREHENSIVE OPTIM THIS AR FUEL C STRAT INTER					35	2024	ENGLI	ARTICI	10.1016/j.j.i	7,139	56,14	10,0	A1
NASSIF G;DE	IMPACT OF POWERTRAIN BATTER FUEL C HYBRI INTER					38	2020	ENGLI	ARTICI	10.1016/j.j.i	7,139	55,14	10,0	A1
KOTESWARA	OPTIMAL COMPONENT S OPTIMA WLTC; ENERC ENERC					21	2024	ENGLI	ARTICI	10.1016/j.j.€	11,533	46,53	18,0	A1
LI D;XU B;TIA	ENERGY MANAGEMENT S IN ORDE FCHV; OPTIM PROCE					32	2020	ENGLI	ARTICI	10.3390/pr	3,352	45,35	3,5	A4
DE A S;KRUC	EFFECTS OF DRIVETRAIN FUEL CE FUEL C HYDRC INTER					26	2021	ENGLI	ARTICI	10.1016/j.j.i	7,139	44,14	10,0	A1

Figura 2. Artigos científicos sobre veículos híbridos a célula a combustível (FCHEV), classificados pelo índice *Ordinatio*.

Para uma discussão mais detalhada, foram selecionados os cinco artigos mais relevantes, por representarem aproximadamente dez por cento do total de trabalhos que retornaram da pesquisa para os últimos nove anos.

3 Resultados e discussões

A análise bibliométrica permitiu identificar padrões de produção científica, distribuição geográfica, fontes de publicação e temas predominantes relacionados ao uso de células a combustível e estratégias de gerenciamento de energia em sistemas veiculares.

A Figura 3 compara o total de publicações e o total de citações dos países com mais publicações. A China apresenta o maior número de artigos publicados, enquanto os Estados Unidos lideram em citações, indicando maior impacto médio por publicação. Países com produção menor, como Irã e Portugal, exibem volume expressivo de citações no recorte analisado, sugerindo boa visibilidade dos trabalhos. Argélia, Índia e Turquia têm desempenho mais modesto em citações, e o Brasil soma poucas publicações com número intermediário de citações. No Canadá não foram registradas citações neste conjunto de dados.

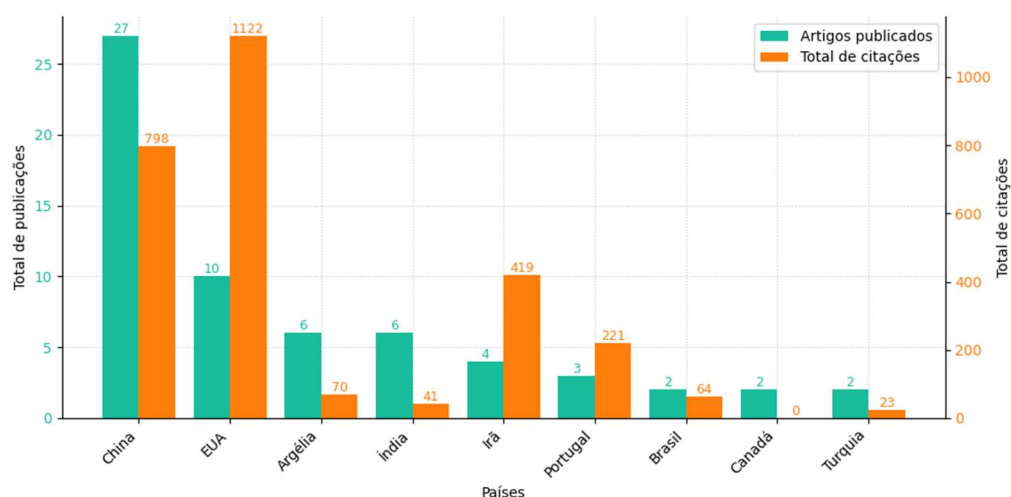


Figura 3. Artigos publicados e citações por país.

A Figura 4 apresenta os periódicos e anais de conferências com maior volume de publicações na amostra. O *International Journal of Hydrogen Energy* lidera com 14 artigos; *Journal of Power Sources* e *Energy Conversion and Management* vêm a seguir com 3 cada, enquanto as demais fontes registram 2 artigos.

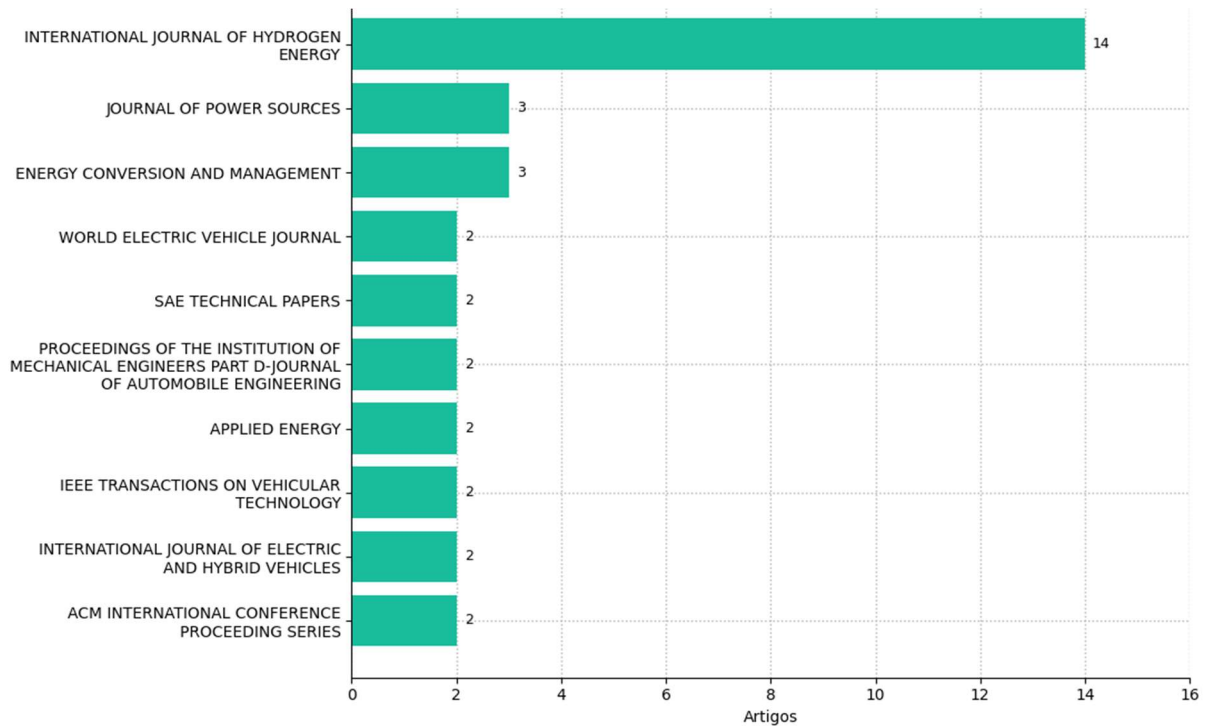


Figura 4. Periódicos e anais de conferências com mais artigos publicados.

Já a Figura 5 apresenta a frequência das palavras-chaves mais recorrentes (DE), inseridas pelos próprios pesquisadores e à direita, as *Keywords-Plus* (ID), termos gerados automaticamente pela base a partir de palavras presentes nos títulos das referências citadas. Entre as DE, destacam-se *ADVISOR* (19), *FUEL CELL* (14) e *ENERGY MANAGEMENT STRATEGY* (12); entre as ID, sobressaem *OPTIMIZATION* (14), *BATTERY* (13) e *FUEL CELLS* (13).

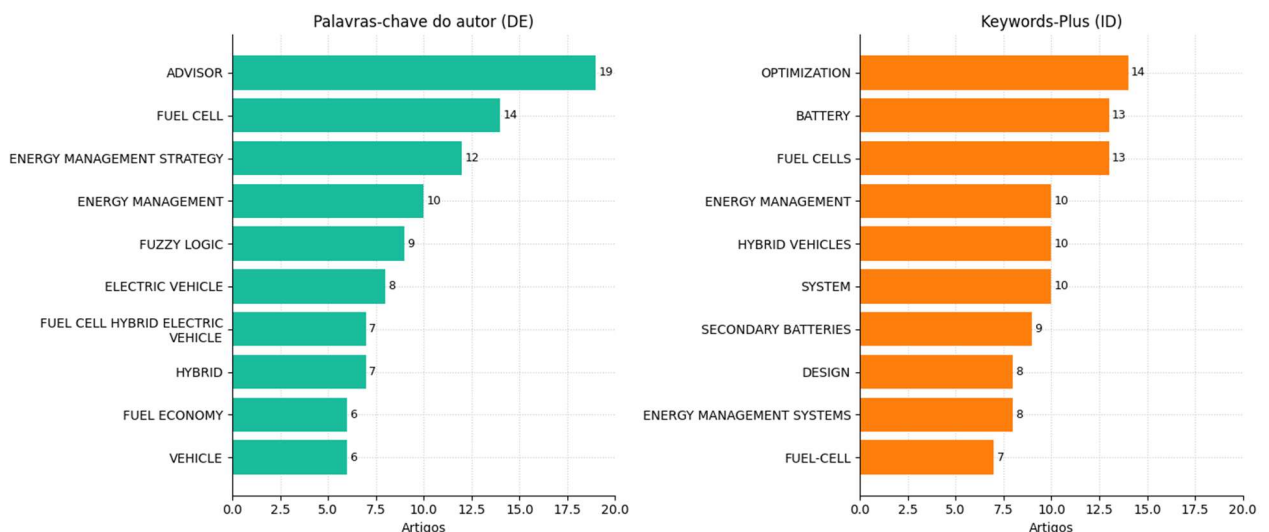


Figura 5. Palavras-chave do autor (DE) e Keywords-plus (ID).

A Figura 6 foi construída unindo as listas de DE e ID da Figura 5, e aplicando normalização dos termos, o que inclui padronizar maiúsculas e minúsculas, remover hifens, unificar singular e plural, e consolidar variantes ortográficas equivalentes. Com esses ajustes, as frequências das palavras passam a refletir o uso real de cada conceito, somando as ocorrências que antes apareciam fragmentadas em grafias diferentes. O mapa de áreas (*treemap*) da Figura 6 organiza os termos pelo peso agregado, cada bloco representa a participação relativa do tema no conjunto de publicações analisadas.



Figura 6. Mapa de áreas (*treemap*) das palavras-chave normalizadas de DE e ID.

Observa-se a predominância de *fuel cell* com 34 ocorrências, cerca de 17% do total, seguida de *battery* com 22 ocorrências, aproximadamente 11%. A palavra *advisor* apresenta 19 ocorrências, cerca de 10% do total.

O Quadro 1 apresenta os cinco artigos selecionados de um total de oitenta e quatro, incluindo seus respectivos autores, títulos, países e as pontuações obtidas no índice *Ordinatio*.

Como resultado inicial da síntese, observa-se que o trabalho de Ahmadi et al. (2018), propõe e avalia, no ADVISOR, uma estratégia de gerenciamento de energia (EMS) para um veículo FCHEV, composto por uma pilha de célula a combustível (PEMFC), bateria e ultracapacitor (UC), baseada em controle fuzzy, formulada como problema multiobjetivo. Controle fuzzy é uma técnica de controle que representa variáveis por termos linguísticos, como baixa, média, alta; descritos por funções de pertinência e combinados por regras do tipo "se, então", processadas por um mecanismo de inferência e, ao final, convertidas em valores numéricos (Mendel, 1995). No contexto do EMS, entradas como demanda instantânea de potência, estado de carga (SOC) e taxa de variação da potência são mapeadas para uma saída de potência entre PEMFC, bateria e UC; um algoritmo genérico (GA) ajusta funções de pertinência, pesos e regras para equilibrar simultaneamente eficiência, desempenho transitório e manutenção do SOC.

O estudo de Ahmadi et al. (2018) também dimensiona previamente os subsistemas PEMFC, bateria e UC, otimizando os parâmetros do controlador a partir de um ciclo combinado urbano e rodoviário, validando a EMS em 22 ciclos padronizados e em testes específicos de desempenho. Os autores reportam, como efeitos principais, melhora progressiva da economia de combustível e no desempenho veicular, manutenção do balanço de carga e alocação ótima de potência entre as fontes, em comparação às estratégias de referência nativas do simulador. Em síntese, a evidência dos autores sustenta que a lógica de fuzzy otimizada, com fronteiras e pesos calibrados para metas simultâneas de desempenho e eficiência, melhora a distribuição de energia, gera ganhos em economia de combustível e confere robustez ao balanceamento de carga em diversos perfis de condução, resultados que, pela abrangência de ciclos e testes, fornecem base de comparação com outras arquiteturas e políticas de EMS em FCHEV.

Quadro 1. Seleção dos cinco principais artigos com base no índice *Ordinatio*.

Autores	Título do artigo	País	<i>Ordinatio</i>
Ahmadi et al. (2018)	<i>Improving fuel economy and performance of a fuel-cell hybrid electric vehicle (fuel-cell, battery, and ultra-capacitor) using optimized energy management strategy.</i>	Irã e Austrália	323,53
Fu et al. (2019)	<i>A hierarchical energy management strategy for fuel cell/battery/supercapacitor hybrid electric vehicles.</i>	China	144,14
Fu et al. (2020)	<i>Optimization based energy management strategy for fuel cell/battery/ultracapacitor hybrid vehicle considering fuel economy and fuel cell lifespan.</i>	China	122,14
Shusheng et al. (2020)	<i>Research and development of on-board hydrogen-producing fuel cell vehicles.</i>	China	73,14
Tao et al. (2020)	<i>Frequency decoupling-based energy management strategy for fuel cell/battery/ultracapacitor hybrid vehicle using fuzzy control method.</i>	China	66,48

Fu et al. (2019) apresentam uma estratégia hierárquica de gerenciamento de energia para FCHEV que combina um filtro passa-baixas adaptativo na camada superior, isto é, um filtro que deixa passar as variações de baixa frequência e atenua as altas frequências, com frequências de corte ajustada em tempo real para moldar o perfil que chega à PEMFC. Esse filtro, ajusta o estado de carga de um ultracapacitor para suprir picos de potência e recuperar energia de frenagem. Além disso, uma estratégia de minimização do consumo equivalente na camada inferior, ajusta a componente da demanda entre célula a combustível e bateria visando manter a célula em faixa eficiente e minimizar o consumo de H_2 . O método foi modelado no ADVISOR e verificado em bancada, avaliando-se quatro ciclos de condução, o *Urban Dynamometer Driving Schedule* (UDDS), HWFET, *Extra-Urban Driving Cycle* (EUDC), *Economic Commission for Europe* (ECE). De acordo com os autores, os resultados de simulações e experimentos mostraram que a EMS otimizada foi eficaz, com o ultracapacitor fornecendo energia de pico e reciclando a energia de frenagem, aliviando a carga sobre a célula a combustível e a bateria. A estratégia reduziu o consumo de hidrogênio, melhorou a eficiência energética e manteve o estado de carga das fontes dentro de faixas adequadas. Em comparação com outras estratégias, apresentou menores flutuações de potência e maior eficiência. A implementação do filtro passa-baixa adaptativo e a minimização do consumo de hidrogênio foram os principais fatores de sucesso, com potenciais melhorias futuras, incluindo a identificação em tempo real das condições de estrada.

O trabalho Fu et al. (2020) apresenta uma estratégia de gerenciamento de energia para veículos híbridos com célula a combustível (FCHEV), bateria e ultracapacitor, baseada em desacoplamento de frequência e controle fuzzy otimizado por algoritmo genético (GA), alocando componentes de baixa, média e alta frequência da potência requerida à célula, à bateria e ao ultracapacitor, respectivamente, por meio de um filtro passa-baixas adaptativo, e da transformada discreta de wavelets de Haar. O método de Haar é uma técnica de análise em múltiplas resoluções que decompõe o sinal em componentes de baixa frequência e de alta frequência, cada qual associado a diferentes bandas de frequência (Kang et al., 2019). Dois controladores fuzzy, com funções de pertinência ajustadas via GA, visam simultaneamente reduzir o consumo de hidrogênio e limitar a flutuação de potência da célula para mitigar envelhecimento. Em simulação com o *software* ADVISOR nos ciclos HWFET, UDDS e *New European Driving Cycle* (NEDC), a abordagem reduziu o consumo de H_2 em aproximadamente 4,4%, 2,6% e 2,0%, respectivamente, frente a uma referência fuzzy convencional, e restringiu a variação de potência da célula a menos de 250 W/s. Futuras melhorias podem incluir a consideração de padrões de condução na otimização da EMS.

O estudo de Shusheng et al. (2020), descreve o projeto e a avaliação, via modelagem em ADVISOR, de um veículo elétrico com célula a combustível (PEMFC) dotado de produção embarcada de hidrogênio por reforma autotérmica de metanol (ATR), eliminando o armazenamento de H_2 a alta pressão e a etapa de hidrogenação. A arquitetura integra reformador, PEMFC, conversor, motor de ímã permanente, sistema de frenagem regenerativa e bateria de lítio como fonte de pico. Os autores realizaram uma comparação entre um modelo híbrido (FCHEV) e um modelo exclusivamente movido a célula a combustível, utilizando os ciclos UDDS, ECE, EUDC e HWFET. Os resultados mostraram que ambos os modelos tiveram desempenho semelhante, alcançando a aceleração de 0 a 100 km/h em cerca de 9,7 segundos. No consumo, apresentaram eficiência próxima em termos equivalentes de gasolina (3 L/100 km para o veículo híbrido e 3,2 L/100 km para o movido exclusivamente a célula de combustível). Observou-se ainda que o híbrido manteve a PEMFC operando por mais tempo na faixa de maior eficiência, além de reduzir as flutuações de potência.

O trabalho de Tao et al. (2020) propõe para um veículo FCHEV, uma EMS por separação em faixas de frequência que combina filtro passa-baixas adaptativo e transformada de wavelets de Haar, com dois controladores fuzzy: o primeiro ajusta, em tempo real, a constante de tempo do filtro para manter o SOC do ultracapacitor e destinar para os componentes rápidos, como picos e frenagens regenerativas, e o segundo define a potência da PEMFC considerando o SOC da bateria e a eficiência da célula. A estratégia é avaliada no ADVISOR e validada em bancada. Em comparação com estratégias de referência, como a fuzzy convencional, os autores reportam redução do consumo de hidrogênio de aproximadamente 1,63% e a suavização das flutuações de potência da PEMFC, além da melhora da resposta dinâmica e manutenção do SOC em faixas adequadas. Dessa forma, os autores concluíram que a abordagem equilibra economia de H_2 , desempenho e durabilidade da célula.

4 Conclusão

A China concentra o maior volume de publicações, ao passo que os Estados Unidos lideram em citações, sinalizando maior influência média por artigo. Países com produção menor, como Irã e Portugal, alcançam visibilidade relevante no recorte avaliado, enquanto Argélia, Índia e Turquia apresentam desempenho mais modesto em citações. O Brasil reúne poucos trabalhos com número intermediário de citações.

Em relação aos veículos de divulgação, a predominância é do *International Journal of Hydrogen Energy*, responsável por 14 artigos, seguido por *Journal of Power Sources* e *Energy Conversion and Management*, com três publicações cada. Esse resultado aponta para a concentração em periódicos de alto foco em hidrogênio, conversão de energia e gestão de sistemas.

Quanto às palavras-chave, o uso de termos relacionados à modelagem e ao gerenciamento de energia em sistemas veiculares são dominantes. Observa-se que tanto as palavras-chave de autor (DE) quanto as *Keywords-Plus* (ID) convergem para conceitos centrais da área, como simulação, otimização, células a combustível, baterias e estratégias de gestão energética. Após a união de DE e ID e a normalização das grafias, o mapa de áreas (*treemap*) indica a predominância de *fuel cell* com 17% do total, seguido de *battery* com 11%, além de *advisor* com 10%.

A síntese dos cinco artigos analisados, sugere que estratégias de gerenciamento de energia (EMS) que combinam controle fuzzy, segmentação em faixas de frequência de filtro passa-baixas adaptativo e, quando aplicável, wavelets de Haar, produzem ganhos consistentes em economia de hidrogênio, desempenho transitório e estabilidade de SOC em FCHEV, tanto em simulação no ADVISOR quanto com validações experimentais de bancada.

Especificamente, abordagens fuzzy otimizadas por algoritmos genéticos e arquiteturas hierárquicas com ultracapacitores, empregadas para atender picos e recuperar energia de frenagem enquanto repartem a potência lenta entre a PEMFC e a bateria, reduzem o consumo e suavizam as flutuações de potência. Estratégias baseadas em análise de frequência integradas à lógica fuzzy e a algoritmos genéticos reforçam esse quadro, com relatos de reduções adicionais no uso de H₂ e melhorias na aceleração, mantendo o SOC em faixas adequadas.

Como referência de arquitetura, veículos com produção embarcada de H₂ via ATR de metanol apresentam desempenho e eficiência competitivos e, quando hibridizados, mantêm a PEMFC operando em regiões mais eficientes com menor ondulação de potência. Em conjunto, esses resultados consolidam a eficácia de EMS orientadas à dinâmica de frequência e à partilha ótima de potência, com viabilidade de implementação em tempo real e potencial de extensão para cenários de condução variáveis, além de indicarem que a metodologia de pesquisa adotada foi adequada para a seleção de trabalhos relevantes sobre o tema.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se ampliar o escopo da pesquisa para incluir outras ferramentas de simulação veicular.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Ufes, ao Ifes e a Capes pelo apoio financeiro.

Referências bibliográficas

Ahmadi, S, Bathaee, SMT e Hosseinpour, AH (2018) ‘Improving fuel economy and performance of a fuel-cell hybrid electric vehicle (fuel-cell, battery, and ultra-capacitor) using optimized energy-management strategy’, *Energy Conversion and Management*. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.01.020>.

ANL (2025) *Argonne National Laboratory*, [Online] Available at: <https://www.anl.gov/taps/autonomie-vehicle-system-simulation-tool> [Accessed 27 August 2025].

Baldam, RL (2020) ‘Workshop Science Mapping’, [online]. <https://www.youtube.com/watch?v=5KSa6AihRWU> (Accessed 27 August 2025).

Feroni, WJ, Barbosa, IABS, Santos, RD, Hunt, JD, Romero, OJ (2024), ‘Tecnologia do hidrogênio para a descarbonização do setor de transporte: análise do Toyota Mirai com o software ADVISOR’, *Anais do Congresso Internacional de Engenharia Mecânica e Industrial*. <https://doi.org/10.29327/conemi24.900339>.

- Fu, Z, Li, Z, Si, P e Tao, F (2019) ‘A hierarchical energy management strategy for fuel cell/battery/supercapacitor hybrid electric vehicles’, *International Journal of Hydrogen Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.06.158>.
- Fu, Zhumu, Zhu, Longlong, Tao, Fazhan, SI, Pengju e Sun, Lifan (2020) ‘Optimization based energy management strategy for fuel cell/battery/ultracapacitor hybrid vehicle considering fuel economy and fuel cell lifespan’ *International Journal of Hydrogen Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.01.017>.
<https://www.youtube.com/watch?v=5KSa6AihRWU> [Accessed 27 August 2025].
- Kang, Y, Liu, H, Aziz, MDA, Kassim, KA (2019) ‘A wavelet transform method for studying the energy distribution characteristics of microseismicities associated rock failure’, *Journal of Traffic and Transportation Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2018.03.007>.
- Ma, Y, Li, C e Wang, S (2022) ‘Multi-objective energy management strategy for fuel cell hybrid electric vehicle based on stochastic model predictive control’, *ISA Transactions*. <https://doi.org/10.1016/j.isatra.2022.04.045>.
- Markel, T, Brooker, A, Hendricks, T, Johnson, V, Kelly, K, Kramer, B, O’keefe, M, Sprik, S, Wipke, K (2002) ‘ADVISOR: a systems analysis tool for advanced vehicle modeling’, *Journal of Power Sources*. [https://doi.org/10.1016/s0378-7753\(02\)00189-1](https://doi.org/10.1016/s0378-7753(02)00189-1).
- Mendel, JM (1995) ‘Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial’, *Proceedings of the IEEE*. <https://doi.org/10.1109/5.364485>.
- NREL(1999) ‘ADVISOR 2.0: A Second-Generation Advanced Vehicle Simulator for Systems Analysis’, *National Renewable Energy Laboratory*. <https://doi.org/10.2172/5023>.
- Rusu, FA, Baci, AG e Livint, G (2018) ‘Applicability of fuel cell in electric vehicles’, *International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE)*. <https://doi.org/10.1109/ICEPE.2018.8559669>.
- Shusheng, X, Qiujie, S, Baosheng, G, Encong, Z, Zhankuan, Wu (2020) ‘Research and development of on-board hydrogen-producing fuel cell vehicles’, *International Journal of Hydrogen Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.04.236>.
- Tao, F, Zhu, L, Fu, Z, Si, P, Sun, L (2020) ‘Frequency decoupling-based energy management strategy for fuel cell/battery/ultracapacitor hybrid vehicle using fuzzy control method’, *IEEE*. <https://doi.org/10.1109/access.2020.3023470>.