EVENTO ON-LINE
ConBRepro
XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
02 a 04 de dezembro de 2026
Inovação e Transformação Digital como Estratégia Competitiva nas Engenharias

Mapeamento Bibliométrico das Pesquisas sobre Gerenciamento Térmico Passivo de Baterias para Veículos Elétricos: Uma Aplicação do *Methodi Ordinatio*

Gabriel Katerenhuk
Departamento Acadêmico de Mecânica – UTFPR/Ponta Grossa
Carlos Henrique Illa Font
Departamento Acadêmico de Eletrônica – UTFPR/Ponta Grossa
Marcella Scoczynski Ribeiro Martins
Departamento Acadêmico de Eletrônica – UTFPR/Ponta Grossa
Fernanda Cristina Corrêa
Departamento Acadêmico de Eletrônica – UTFPR/Ponta Grossa
Thiago Antonini Alves
Departamento Acadêmico de Mecânica – UTFPR/Ponta Grossa

Resumo: O crescimento da literatura sobre gerenciamento térmico de baterias dificulta a constituição de portfólios simultaneamente atuais, influentes e aderentes ao problema de pesquisa. Este artigo examina a aplicação do *Methodi Ordinatio* e caracteriza bibliometricamente um portfólio sobre sistemas passivos e híbridos de gerenciamento térmico de baterias de íons de lítio para veículos elétricos. A busca foi realizada na base de dados *ScienceDirect*, sem recorte temporal, utilizando a expressão (“*passive cooling”* OR “*passive BTMS”*) AND (“EV”), a presença de “*Li-ion Battery”* em título, resumo ou palavras-chave e o filtro *Research Article*. Dos 76 registros recuperados, 25 foram selecionados pelo índice *InOrdinatio*, calculado com *CiteScore*, citações, ano de publicação e fator de ponderação igual a 10. O portfólio abrange 2008 a 2024, com 24 trabalhos concentrados entre 2014 e 2024. Onze periódicos foram identificados; *Journal of Energy Storage* reuniu seis artigos, *Applied Thermal Engineering* e *Journal of Power Sources*, quatro cada. Os 25 trabalhos envolveram 91 autores distribuídos em 20 agrupamentos de coautoria sem conexões entre si. O artigo mais antigo ocupou a primeira posição, demonstrando que o volume de citações pode compensar a penalização temporal mesmo com máxima ponderação da atualidade. Conclui-se que o método oferece seleção rastreável e multidimensional, mas seus resultados dependem da base, da expressão de busca, da data de coleta, do indicador do periódico e do tamanho previamente definido para o portfólio.

Palavras-chave: bibliometria, gerenciamento térmico de baterias, gestão da informação, *Methodi Ordinatio*, veículos elétricos.

Bibliometric Mapping of Passive Battery Thermal Management Research for Electric Vehicles: An Application of *Methodi Ordinatio*

Abstract: The growth of battery thermal management research makes it difficult to build portfolios that are simultaneously recent, influential, and aligned with the research problem. This paper examines the application of *Methodi Ordinatio* and provides a bibliometric characterization of a portfolio on passive and hybrid thermal management systems for lithium-ion batteries in electric vehicles. The search was performed in ScienceDirect database with no time restriction, using (“passive cooling” OR “passive BTMS”) AND (“EV”), requiring “Li-ion Battery” in the title, abstract, or

keywords, and applying the Research Article filter. Of 76 records, 25 were selected through the *InOrdinatio* index, calculated with CiteScore, citations, publication year, and alpha equal to 10. The portfolio spans 2008-2024, with 24 papers concentrated between 2014 and 2024. Eleven journals were identified; Journal of Energy Storage accounted for six papers, while Applied Thermal Engineering and Journal of Power Sources accounted for four each. The papers involved 91 authors distributed across 20 disconnected co-authorship clusters. The oldest paper ranked first, showing that citation volume can offset the time penalty even when recency receives maximum weight. The method enables traceable, multidimensional selection, but its results depend on the database, search expression, collection date, journal indicator, and predefined portfolio size.

Keywords: battery thermal management, bibliometrics, electric vehicles, information management, *Methodi Ordinatio*.

1. Introdução

A expansão da mobilidade elétrica intensificou a pesquisa sobre baterias de íons de lítio e sobre os sistemas responsáveis por mantê-las em condições térmicas seguras (VERMA et al., 2019). O campo reúne engenharia térmica, eletroquímica, materiais, controle e projeto veicular (VAZ et al., 2015). Essa diversidade amplia o número de alternativas e também torna mais difícil localizar um conjunto de trabalhos que represente o conhecimento relevante sem depender apenas da ordem apresentada por uma base de dados.

Revisões de literatura exigem decisões sobre palavras-chave, bases, filtros, período e critérios de inclusão. Quando o volume recuperado supera a capacidade de leitura integral, a seleção pode tornar-se pouco transparente ou excessivamente dependente de citações. Trabalhos clássicos acumulam vantagem temporal, enquanto pesquisas recentes ainda não dispõem do mesmo período de exposição. Por outro lado, escolher somente os artigos novos pode excluir contribuições que estruturaram o campo. O problema de gestão da informação consiste, portanto, em equilibrar atualidade, reconhecimento científico e qualidade do veículo de publicação (KATERENHUK, 2024).

O *Methodi Ordinatio* foi proposto para apoiar essa decisão por meio de um índice que combina impacto do periódico, ano de publicação e citações (PAGANI et al., 2015). Sua versão revisitada reforça a sistematização do processo e oferece instrumentos de apoio à localização e ao ranqueamento (PAGANI et al., 2022). O método não substitui a leitura crítica, mas explicita a regra usada para priorizar documentos e permite reconstruir o caminho entre a busca inicial e o portfólio final.

Apesar da difusão de estudos bibliométricos, a simples contagem de publicações não garante contribuição metodológica. É necessário discutir o efeito dos parâmetros empregados, a concentração de fontes, a estrutura de colaboração e as limitações de cobertura. No tema dos sistemas de gerenciamento térmico de baterias, essas questões são especialmente importantes porque diferentes termos descrevem tecnologias semelhantes e porque parte da literatura se concentra em sistemas ativos, passivos ou híbridos (SHARMA; PRABHAKAR, 2021).

O objetivo deste trabalho é analisar a construção de um portfólio bibliográfico sobre sistemas passivos e híbridos de gerenciamento térmico de baterias de íons de lítio para veículos elétricos, examinando a aplicação do *Methodi Ordinatio* e os indicadores de evolução temporal, periódicos, autoria, coautoria e orientação tecnológica. Diferentemente de uma revisão de desempenho, não se pretende comparar temperaturas ou definir a melhor arquitetura térmica. A contribuição está na rastreabilidade do protocolo, na interpretação dos indicadores e na formulação de recomendações para futuras revisões do campo.

2. Fundamentação teórica

2.1 Seleção de portfólios e análise bibliométrica

A bibliometria aplica procedimentos quantitativos à literatura científica para descrever produção, impacto, fontes, autores e relações de colaboração. Indicadores de produtividade respondem quem publica e onde; indicadores de impacto procuram estimar repercussão; análises relacionais mostram vínculos de coautoria, cocitação ou coocorrência. Tais dimensões são complementares (DONTHU et al., 2021). Um periódico com muitos trabalhos em um portfólio não é necessariamente o de maior *CiteScore*, e um autor recorrente pode integrar apenas um dos vários grupos de pesquisa existentes.

Em uma revisão sistemática, a bibliometria pode cumprir duas funções. A primeira é operacional: reduzir um conjunto inicial a um portfólio viável para leitura. A segunda é analítica: revelar como o conhecimento selecionado se distribui no tempo e entre canais e equipes. Essas funções devem ser diferenciadas para evitar circularidade. Os mesmos indicadores que definem o *ranking* não podem ser interpretados depois como prova independente de qualidade absoluta do conjunto.

2.2 *Methodi Ordinatio*

O *Methodi Ordinatio* organiza a revisão em nove etapas: definição da intenção de pesquisa; exploração preliminar exploratória com palavras-chave nas bases de dados; definição das palavras-chave e combinações, definições das bases de dados e recorte temporal; busca definitiva dos artigos na base de dados; filtragem; obtenção do fator de impacto e do número de citações; aplicação do índice de relevância; aquisição dos artigos; e leitura sistemática. A sequência conecta decisões conceituais, coleta de dados e avaliação do conteúdo, permitindo que a escolha final seja auditável.

Esse método se baseia na consideração de três fatores, sendo eles, fator de impacto do periódico no qual o artigo foi publicado, ano de publicação e números de citações (PAGANI et al., 2015). Esses fatores são combinados, através de uma equação, que recebe o nome de *InOrdinatio*, e é expressa por:

$$InOrdinatio = \left(\frac{Fi}{1000}\right) + \alpha\left[10 - \left(ano\,pesquisa - ano\,publicação\right)\right] + \sum Ci\,, \qquad (1)$$

sendo que, *Fi* corresponde ao indicador de fator de impacto do periódico, a divisão por 1000 ocorre para a normalização do valor. O fator de ponderação, α, no qual um valor de 1 a 10 pode ser atribuído de acordo com o pesquisador, com valores próximos de 1, o pesquisador não atribui muito importância para o ano de publicação, com valores próximos de 10, o pesquisador atribui bastante importância ao ano de publicação, visando trabalho com artigos mais recentes. *ano pesquisa* é o ano da pesquisa e *ano publicação* é o ano da publicação do artigo. Σ*Ci* representa o total de citações.
A pontuação deve ser entendida como prioridade de leitura dentro de uma busca específica, não como medida universal do mérito de um artigo. Alterar a base, a data, o indicador do periódico, o valor de *α* ou a expressão de busca pode modificar a ordem. Além disso, o número de citações cresce com o tempo e varia entre bases. A reprodutibilidade exige registrar esses elementos juntamente com o resultado.

3. Procedimentos metodológicos

A pesquisa caracteriza-se como básica, exploratória e documental, pois busca ampliar o conhecimento sobre o tema, proporcionar maior familiaridade com o problema investigado e analisar dados provenientes de publicações científicas previamente selecionadas, sem contemplar, nesta etapa, aplicação experimental direta (KATERENHUK, 2024). A unidade de análise foi o artigo científico; as variáveis examinadas foram ano, periódico, autores, vínculos de coautoria, pontuação *InOrdinatio* e classificação geral da arquitetura térmica.

A intenção de pesquisa foi localizar estudos sobre soluções passivas ou híbridas com componente passivo aplicadas ao gerenciamento térmico de baterias de íons de lítio em veículos elétricos. A busca definitiva ocorreu na base de dados *ScienceDirect* em 23 de março de 2024. A expressão principal foi ("*passive cooling*" OR "*passive* BTMS") AND ("EV"). Exigiu-se ainda a presença de "*Li-ion Battery*" no título, resumo ou palavras-chave e aplicou-se o filtro *Research Article*. Não houve recorte inicial de ano. Foram recuperados 76 registros. O fator de impacto selecionado foi o *CiteScore*. O fator de ponderação, α, recebeu o valor máximo, 10. O termo temporal favorece artigos recentes; as citações podem, entretanto, manter trabalhos antigos em posições elevadas quando sua repercussão é expressiva. Essas informações estão sintetizadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Protocolo de constituição do portfólio

Decisão	Especificação	Função no protocolo
Base de dados	*ScienceDirect*	Delimitar a fonte documental
Data da pesquisa	23 de março de 2024	Fixar citações e resultados disponíveis
Expressão	("*passive cooling"* OR "*passive BTMS*") AND "EV"	Recuperar sistemas passivos no contexto veicular
Termo obrigatório	"*Li-ion Battery*" em título, resumo ou palavras-chave	Assegurar aderência à tecnologia de bateria
Tipo documental	*Research Article*	Excluir outros formatos
Recorte temporal	Qualquer ano	Evitar exclusão prévia de trabalhos clássicos
Resultado inicial	76 registros	Conjunto submetido à filtragem e ao *ranking*
Parâmetros	*CiteScore*; citações; $\alpha = 10$	Combinar fonte, repercussão e atualidade
Portfólio	25 artigos	Definir o conjunto para leitura sistemática

Fonte: Autoria própria (2026)

Após a filtragem dos artigos, foram coletados o *CiteScore* dos periódicos e o número de citações disponível na data de execução. Aplicou-se a pontuação *InOrdinatio* com $\alpha = 10$ e selecionaram-se os 25 primeiros colocados. A opção por 25 documentos foi uma decisão de escopo do presente trabalho e não um limiar estatístico. Todos os selecionados foram adquiridos e lidos integralmente.

A análise descritiva contabilizou publicações por ano e periódico. Para autoria, foram identificados autores únicos e recorrências. A rede de coautoria foi originalmente processada no *software VOSviewer*; consideraram-se o número de agrupamentos e a existência de ligações entre eles. Por fim, a classificação ampla dos sistemas principais, passivo ou híbrido, foi usada apenas como indicador de orientação temática do portfólio.

O procedimento está sujeito a limitações: uma única base, expressão de busca em inglês com vocabulário específico, dados de citações fixados em março de 2024 e ausência de análise de cocitação ou acoplamento bibliográfico. A busca também não foi atualizada para 2026, de modo que o estudo deve ser interpretado como análise do portfólio constituído naquela data, e não como censo atual da literatura.

4. Resultados e discussão

4.1 Classificação e composição temporal do portfólio

Na Tabela 2 é apresentada a classificação dos 25 artigos selecionados pelo *Methodi Ordinatio*.

Tabela 2 – Classificação dos trabalhos selecionados pelo *Methodi Ordinatio*

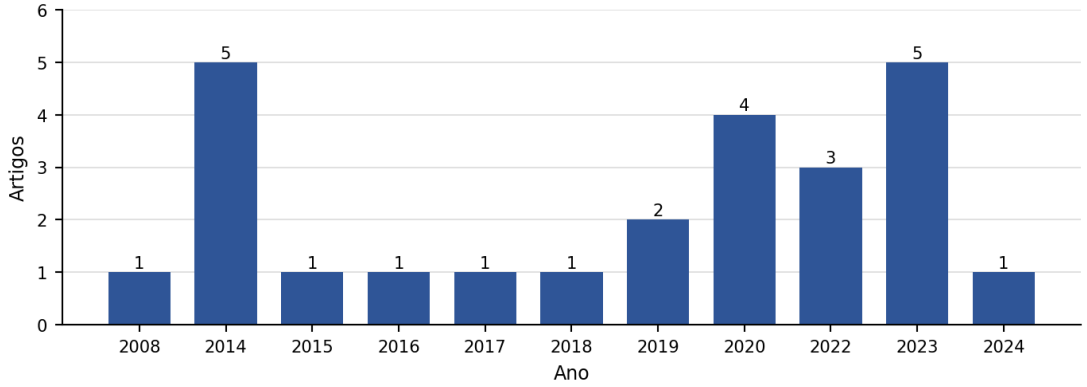
Título	Autores	Ano	*InOdinatio*
Active (air-cooled) vs. passive (phase change material) thermal management of high power lithium-ion packs: Limitation of temperature rise and uniformity of temperature distribution	Sabbah, R.; Kizilel, R.; Selman, J.R. e Al-Hallaj, S.	2008	523,9
Investigation on thermal management performance of PCM-fin structure for Li-ion battery module in high-temperature environment	Ping, P.; Peng, R.; Kong, D.; Chen, G. e Wen, J.	2018	290,1
Heat transfer and thermal management with PCMs in a Li-ion battery cell for electric vehicles	Javani, N.; Dincer, I.; Naterer, G.F. e Yilbas, B.S.	2014	282,7
A theoretical and computational study of lithium-ion battery thermal management for electric vehicles using heat pipes	Greco, A.; Cao, D.; Jiang, X. e Yang, H.	2014	234,9
Numerical investigation on PCM encapsulation shape used in the passive-active battery thermal management	Safdari, M.; Ahmadi, R. e Sadeghzadeh, S.	2020	226,9
A comparative study on battery thermal management using phase change material (PCM)	Verma, A.; Shashidhara, S. e Rakshit, D.	2019	218,1
Numerical model of the passive thermal management system for high-power lithium ion battery by using porous metal foam saturated with phase change material	Qu, Z.G.; Li, W.Q. e Tao, W.Q.	2014	198,1
A novel hybrid thermal management for Li-ion batteries using phase change materials embedded in copper foams combined with forced-air convection	Mehrabi-Kermani, M.; Houshfar, E. e Ashjaee, M.	2019	186,9
Thermal management analysis using heat pipe in the high current discharging of lithium-ion battery in electric vehicles	Behi, H.; Karimi, D.; Behi, M.; Jaguemont, J.; Ghanbarpour, M.; Behnia, M.; Berecibar, M. e Mierlo, J.V.	2020	186,3
An investigation of lithium-ion battery thermal management using paraffin/porous-graphite-matrix composite	Greco, A.; Jiang, X. e Cao, D.	2015	184,9
Hybrid thermal management of a Li-ion battery module with phase change material and cooling water pipes: An experimental investigation	Hekmat, S. e Molaeimanesh, G.R.	2020	180,8
Experimental performances of a battery thermal management system using a phase change material	Hémery, C.V.; Pra, F.; Robin, J.F. e Marty, P.	2014	172,9
Optimization of a phase change material based internal cooling system for cylindrical Li-ion battery pack and a hybrid cooling design	Zhao, R.; Gu, J. e Liu, J.	2017	163,9
Lithium-ion battery thermal management system with Al2O3/AgO/CuO nanofluids and phase change material	Kiani, M.; Omiddezyani, S.; Houshfar, E.; Miremadi, S.R.; Ashjaee, M. e Nejad, A.M.	2020	160,8
Numerical investigation of thermal behaviors in lithium-ion battery stack discharge	Liu, R.; Chen, J.; Xun, J.; Jiao, K. e Du, Q.	2014	158,1
Recent advancement and enhanced battery performance using phase change materials based hybrid battery thermal management for electric vehicles	Mohammed, A.G.; Elfeky, K.E. e Wang, Q.	2022	156,3

Critical thickness of nano-enhanced RT-42 paraffin based battery thermal management system for electric vehicles: A numerical study	Bais, A. R.; Subhedar, D. G. e Panchal, Satyam.	2022	150,3
An improved hybrid thermal management system for prismatic Li-ion batteries integrated with mini-channel and phase change materials	Mousavi, S.; Zadehkabir, A.; Siavashi, M. e Yang, X.	2023	148,1
Hybrid thermal management for achieving extremely uniform temperature distribution in a lithium battery module with phase change material and liquid cooling channels	Hekmat, S.; Bamdezh, M.A. e Molaeimanesh, G.R.	2022	123,3
Influence of various parameters on the cooling performance of battery thermal management systems based on phase change materials	Sudhakaran, S.; Terese, M.; Mohan, Y.; Thampi, A.D. e Rani, S.	2023	120,8
Experimental study on phase change material based thermal management design with adjustable fins for lithium-ion battery	Chen, G.; Shi, Y.; Ye, H. e Kang, H.	2023	118,8
Thermal management of Li-ion battery by using active and passive cooling method	Nazar, M.W.; Iqbal, N.; Ali, M.; Nazir, H. e Amjad, M.Z.B.	2023	117,3
Reducing cell-to-cell spacing for large-format lithium ion battery modules with aluminum or PCM heat sinks under failure conditions	Coleman, B.; Ostanek, J. e Heinzel, J.	2016	117,1
Thermal performance enhancement of a passive battery thermal management system based on phase change material using cold air passageways for lithium batteries	Ranjbaran, Y.S.; Shojaeefard, M.H. e Molaeimanesh, G.R.	2023	113,3
Hybrid thermal management of Li-ion battery pack: An experimental study with eutectic PCM-embedded heat transfer fluid	Khan, A.; Ali, M.; Yaqub, S.; Khalid, H.A.; Khan, R.R.U.; Mushtaq, K.; Nazir, H. e Said, Z.	2024	113,3

Fonte: Autoria própria (2026)

Esses 25 artigos selecionados distribuem-se entre 2008 e 2024. Apenas Sabbah et al. (2008) antecede 2014; os demais 24 concentram-se no intervalo de 2014 a 2024. O trabalho de 2008 teve boa pontuação no método de pesquisa empregado devido ao alto número de citações. Os outros 24 trabalhos se encontram em um recorte temporal de 10 anos, sendo 2014 e 2023 os anos com mais trabalhos selecionados, com cinco trabalhos cada. A Figura 1 apresenta completa dos artigos selecionados.

Figura 1 – Distribuição anual dos artigos selecionados



Fonte: Autoria própria (2026)

A distribuição mostra ainda um equilíbrio entre a parcela anterior a 2020, com 12 artigos, e o período de 2020 a 2024, com 13. Esse resultado é coerente com a atribuição de $\alpha = 10$, mas não configura substituição integral dos clássicos por estudos recentes. O artigo de 2008 alcançou 523,9 pontos e ocupou a primeira posição. Sua permanência evidencia a interação entre os termos da equação: um volume elevado de citações pode superar a penalidade associada ao ano.

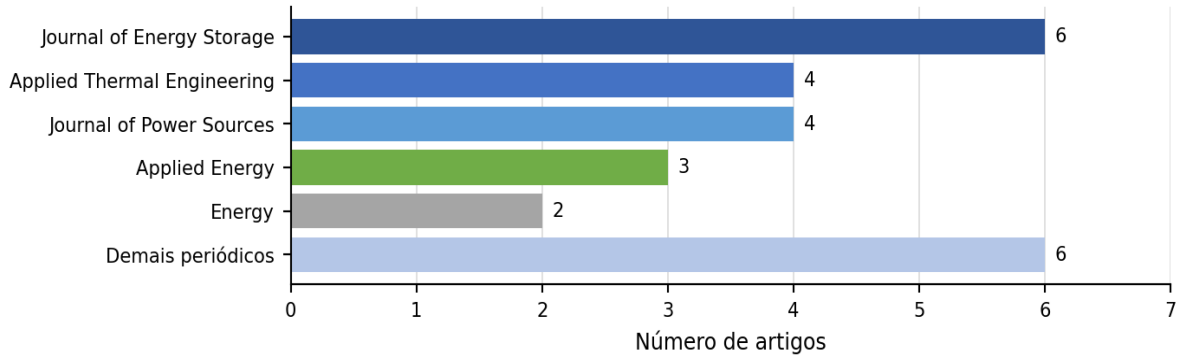
O segundo e o terceiro colocados foram Ping et al. (2018), com 290,1 pontos, e Javani et al. (2014), com 282,7. Entre os dez primeiros há publicações de 2008, 2014, 2015, 2018, 2019 e 2020. Assim, o *ranking* não produz uma lista puramente cronológica. Ele combina reconhecimento acumulado e renovação da literatura, característica útil quando o objetivo é construir uma base de leitura que preserve trabalhos estruturantes.

A amplitude entre a primeira e a décima posição é de 339 pontos. Esse intervalo reforça que a pontuação não deve ser lida como escala linear de qualidade. Ela organiza prioridade, mas não autoriza afirmar que o primeiro estudo possui aproximadamente três vezes a relevância do décimo. A análise do conteúdo permanece necessária para confirmar aderência e utilidade de cada documento.

4.2 Periódicos e concentração das fontes

O *Methodi Ordinatio* proporcionou a seleção de artigos publicados em diversos periódicos internacionais indexados, foram 11 no total. *Journal of Energy Storage* concentrou seis artigos; *Applied Thermal Engineering* e *Journal of Power Sources* reuniram quatro cada; *Applied Energy*, três; e *Energy*, dois. Os seis periódicos restantes contribuíram com um artigo cada. Esse resultado é mostrado na Figura 2. Os cinco principais canais somam 19 documentos, equivalentes a 76% do portfólio.

Figura 2 – Distribuição dos artigos por periódico



Fonte: Autoria própria (2026)

A concentração em periódicos de energia, armazenamento e engenharia térmica confirma o caráter interdisciplinar do tema. O periódico mais frequente não foi o de maior *CiteScore* entre os 11 identificados: *Journal of Energy Storage* apresentava *CiteScore* 10,3 na coleta e ocupava apenas a nona posição por esse indicador no conjunto. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, com o maior *CiteScore*, contribuiu com um único artigo. Frequência no portfólio e impacto do periódico representam, portanto, dimensões diferentes.

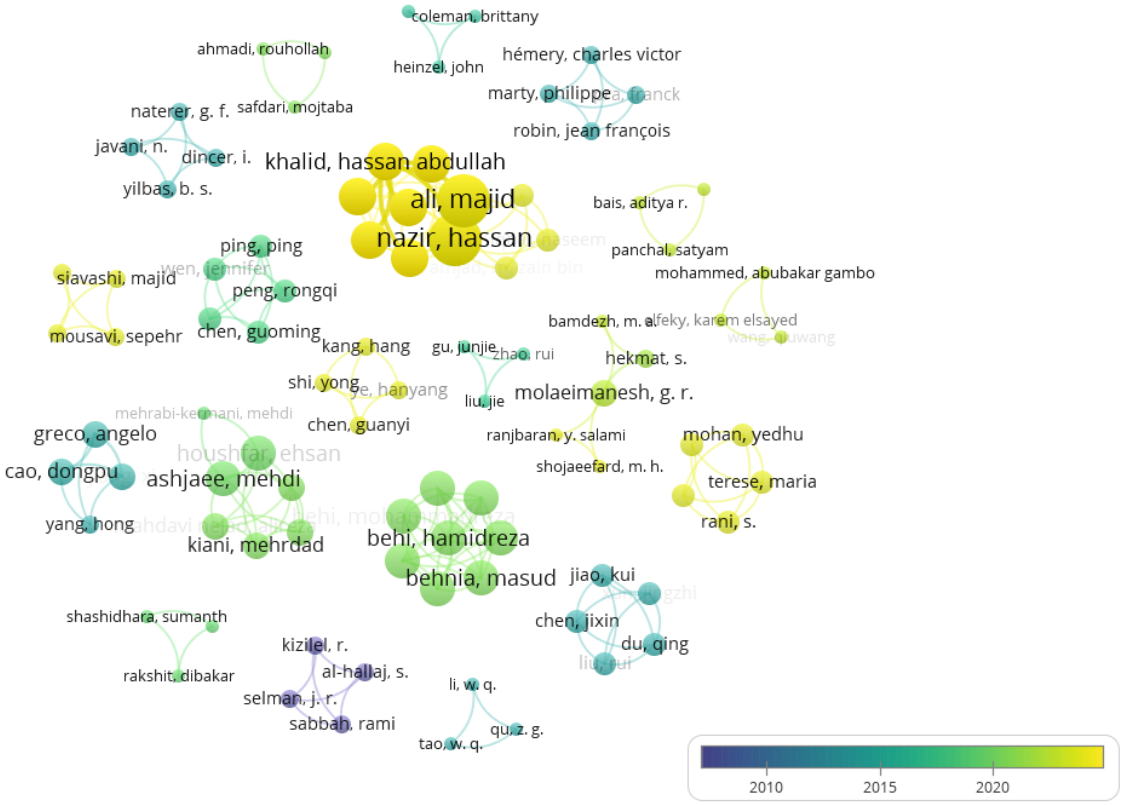
Essa distinção é metodologicamente relevante. Se a seleção fosse conduzida apenas pelo indicador do periódico, canais altamente especializados poderiam ser sub-representados. A combinação com citações e atualidade permitiu que um periódico fortemente aderente ao tema tivesse presença expressiva mesmo sem liderar o *CiteScore*. Ao mesmo tempo, como o fator de impacto é dividido por 1000 na equação adotada, sua contribuição numérica tende a ser menor que a das citações e do termo temporal.

4.3 Autoria e estrutura de colaboração

Os 25 artigos foram assinados por 91 autores diferentes. *G.R. Molaeimanesh* foi o autor mais recorrente, presente em três estudos. A elevada quantidade de autores para um portfólio pequeno sugere participação de numerosas equipes, enquanto a baixa recorrência individual indica que poucas pessoas aparecem em mais de um trabalho selecionado.

A análise realizada no *software VOSviewer* formou 20 agrupamentos de coautoria sem ligações entre si – Figura 3. Em uma rede de coautoria, a ausência de conexão entre agrupamentos significa que, dentro do portfólio, não há autores compartilhados entre esses conjuntos. O resultado aponta fragmentação das equipes selecionadas, mas não prova isolamento de todo o campo: um autor pode colaborar em publicações que não entraram nos 25 primeiros ou utilizar variações de nome não consolidadas.

Figura 3 – Análise de coautoria e data de publicação dos artigos selecionados



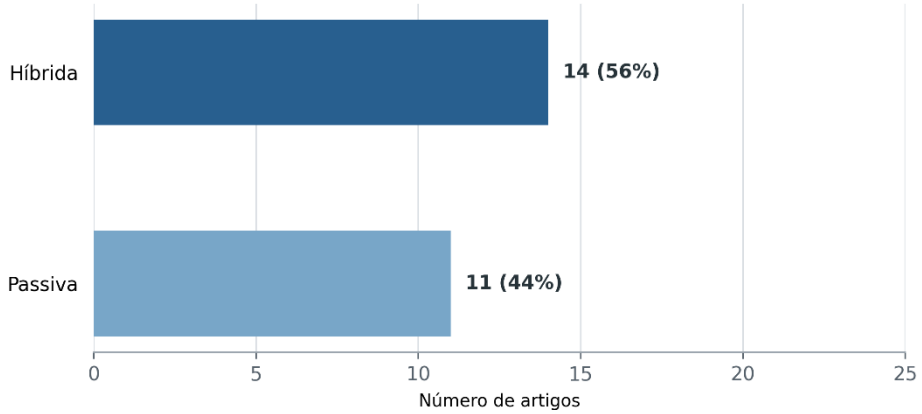
Fonte: Autoria própria (2026)

4.4 Orientação tecnológica e efeito das escolhas metodológicas

Embora este artigo não compare desempenho térmico, a classificação temática ajuda a verificar se o protocolo recuperou as duas famílias pretendidas. Quatorze trabalhos (56%) estudaram como sistema principal uma arquitetura híbrida e onze trabalhos (44%) uma solução passiva. Esse resultado é mostrado na Figura 4. Vinte e três dos 25 utilizaram material de mudança de fase como componente principal; apenas dois abordaram tubos de calor.

A concentração pode refletir a produção científica efetiva, porém também decorre do vocabulário. Expressões como "*passive cooling*" e "*passive* BTMS" favorecem artigos que se autodeclaram passivos; estudos de tubos de calor ou outras estratégias podem não empregar esses termos. Do mesmo modo, restringir a base de dados à *ScienceDirect* privilegia os periódicos hospedados nessa plataforma. A composição do portfólio não deve ser generalizada sem testar sinônimos e outras bases.

Figura 4 – Arquitetura principal dos artigos selecionados



Fonte: Autoria própria (2026)

Também merece atenção a decisão de selecionar exatamente 25 documentos. Um corte por quantidade favorece planejamento da leitura, mas pode separar artigos com pontuações próximas. Alternativas incluem limiar mínimo de *InOrdinatio*, saturação temática ou análise de sensibilidade com portfólios de 25, 50 e 75 trabalhos. A regra deve ser definida antes da análise do conteúdo e informada de modo transparente.

4.5 Recomendações para replicação e atualização

Para tornar futuras revisões mais robustas, recomenda-se registrar a *string* exatamente como executada, campos pesquisados, filtros, data e quantidade recuperada em cada etapa; deduplicar resultados por DOI; preservar uma planilha com título, autores, ano, periódico, identificador, citações, indicador de impacto e pontuação; e documentar exclusões com motivo. A atualização deve repetir a busca e distinguir novos registros de mudanças de posição causadas pelo crescimento das citações.

A cobertura pode ser ampliada por bases de dados como *Scopus*, *Web of Science* e IEEE *Xplore*, desde que as diferenças de indexação sejam tratadas. Termos adicionais, a exemplo de “*battery thermal management*”, “*phase change material*”, “*heat pipe*” e “*electric vehicle”*, devem ser combinados em blocos e validados por busca piloto. A ampliação aumenta a sensibilidade, mas exige critérios de exclusão para manter aderência.

Quanto às redes, recomenda-se normalizar nomes de autores e instituições, avaliar coautoria por país e organização e complementar a descrição com cocitação, acoplamento bibliográfico e coocorrência de palavras-chave. Esses indicadores permitiriam acompanhar não apenas quem publica, mas também quais linhas conceituais aproximam grupos que ainda não colaboram diretamente.

Finalmente, a bibliometria deve permanecer conectada à pergunta substantiva. O *ranking* organiza o acesso; a leitura sistemática determina o que os artigos demonstram. Separar essas funções melhora a clareza: o presente artigo explica como o portfólio foi formado e estruturado, enquanto a síntese técnica correspondente discute arquiteturas, desempenho e lacunas de engenharia sem repetir os indicadores bibliométricos em detalhe.

5. Conclusões

Este artigo examinou a aplicação do *Methodi Ordinatio* à seleção de literatura sobre sistemas passivos e híbridos de gerenciamento térmico de baterias de íons de lítio para veículos elétricos. A busca no banco de dados *ScienceDirect* recuperou 76 registros, dos quais 25 foram priorizados com *CiteScore*, citações, ano e $\alpha = 10$. O protocolo permitiu explicitar decisões e construir um conjunto viável para leitura integral.

O portfólio combina um artigo clássico de 2008 com 24 trabalhos publicados de 2014 a 2024. O fato de o estudo mais antigo liderar o *ranking* confirma que as citações podem compensar o peso atribuído à atualidade. A produção selecionada distribuiu-se por 11 periódicos, mas 76% dos documentos concentraram-se nos cinco canais mais frequentes. A rede reuniu 91 autores em 20 agrupamentos desconectados, sugerindo fragmentação das equipes presentes no recorte. Na Tabela 3 é apresentada uma síntese dos indicadores bibliométricos obtidos no presente estudo.

Tabela 3 – Síntese dos indicadores bibliométricos

Dimensão	Resultado	Leitura metodológica
Cobertura temporal	2008-2024	Combinação de trabalho clássico e estudos recentes
Concentração recente	24 de 25 entre 2014 e 2024	Efeito compatível com $\alpha = 10$
Periódicos	11	Dispersão moderada entre canais especializados
Cinco principais periódicos	19 artigos (76%)	Concentração das fontes do portfólio
Autores distintos	91	Diversidade de participantes
Autor mais recorrente	*G. R. Molaeimanesh*: 3 artigos	Baixa centralização por autoria individual
Agrupamentos de coautoria	20, sem conexões entre grupos	Fragmentação no conjunto selecionado
Orientação tecnológica	14 híbridos; 11 passivos	Equilíbrio relativo do recorte

Fonte: Autoria própria (2026)

A principal conclusão metodológica é que o índice *InOrdinatio* oferece uma regra transparente de priorização, mas não produz relevância independente das escolhas do pesquisador. Base, vocabulário, data, indicador, fator de ponderação α e tamanho do portfólio moldam o resultado. Consequentemente, a pontuação deve orientar a leitura e não substituir avaliação crítica, aderência temática ou análise de qualidade metodológica.

Como limitações, destacam-se a consulta a uma única base de dados, a busca fixada em março de 2024, o corte nos 25 primeiros e a inexistência de análises de sensibilidade, cocitação e coocorrência de palavras-chave. Futuras pesquisas devem atualizar a coleta, incorporar bases adicionais, testar variações de α e ampliar as redes para instituições e países. Essas medidas permitirão acompanhar a evolução do campo e avaliar a estabilidade do portfólio diante do crescimento das citações.

Referências

BAIS, A. R.; SUBHEDAR, D. G.; PANCHAL, S. Critical thickness of nano-enhanced RT-42 paraffin based battery thermal management system for electric vehicles: a numerical study. **Journal of Energy Storage**, v. 52, 2022.

BEHI, H.; KARIMI, D.; BEHI, M. et al. Thermal management analysis using heat pipe in the high current discharging of lithium-ion battery in electric vehicles. **Journal of Energy Storage**, v. 32, 2020.

CHEN, G.; SHI, Y.; YE, H.; KANG, H. Experimental study on phase change material based thermal management design with adjustable fins for lithium-ion battery. **Applied Thermal Engineering**, v. 221, 2023.

COLEMAN, B.; OSTANEK, J.; HEINZEL, J. Reducing cell-to-cell spacing for large-format lithium ion battery modules with aluminum or PCM heat sinks under failure conditions. **Applied Energy**, v. 180, p. 14-26, 2016.

DONTHU, N.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, D.; PANDEY, N.; LIM, W. M. How to conduct a bibliometric analysis: an overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 133, p. 285-296, 2021.

GRECO, A.; CAO, D.; JIANG, X.; YANG, H. A theoretical and computational study of lithium-ion battery thermal management for electric vehicles using heat pipes. **Journal of Power Sources**, v. 257, p. 344-355, 2014.

GRECO, A.; JIANG, X.; CAO, D. An investigation of lithium-ion battery thermal management using paraffin/porous-graphite-matrix composite. **Journal of Power Sources**, v. 278, p. 50-68, 2015.

HEKMAT, S.; BAMDEZH, M. A.; MOLAEIMANESH, G. R. Hybrid thermal management for achieving extremely uniform temperature distribution in a lithium battery module with phase change material and liquid cooling channels. **Journal of Energy Storage**, v. 50, 2022.

HEKMAT, S.; MOLAEIMANESH, G. R. Hybrid thermal management of a Li-ion battery module with phase change material and cooling water pipes: an experimental investigation. **Applied Thermal Engineering**, v. 166, 2020.

HEMERY, C. V.; PRA, F.; ROBIN, J. F.; MARTY, P. Experimental performances of a battery thermal management system using a phase change material. **Journal of Power Sources**, v. 270, p. 349-358, 2014.

JAVANI, N.; DINCER, I.; NATERER, G. F.; YILBAS, B. S. Heat transfer and thermal management with PCMs in a Li-ion battery cell for electric vehicles. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, v. 72, p. 690-703, 2014.

KATERENHUK, G. **Sistemas de gerenciamento térmico de baterias de íons de lítio para veículos elétricos: uma revisão sistemática da literatura**. Ponta Grossa, 112 p., 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

KHAN, A.; ALI, M.; YAQUB, S. et al. Hybrid thermal management of Li-ion battery pack: an experimental study with eutectic PCM-embedded heat transfer fluid. **Journal of Energy Storage**, v. 77, 2024.

KIANI, M.; OMIDDEZYANI, S.; HOUSHFAR, E. et al. Lithium-ion battery thermal management system with Al2O3/AgO/CuO nanofluids and phase change material. **Applied Thermal Engineering**, v. 180, 2020.

LIU, R.; CHEN, J.; XUN, J.; JIAO, K.; DU, Q. Numerical investigation of thermal behaviors in lithium-ion battery stack discharge. **Applied Energy**, v. 132, p. 288-297, 2014.

MEHRABI-KERMANI, M.; HOUSHFAR, E.; ASHJAEE, M. A novel hybrid thermal management for Li-ion batteries using phase change materials embedded in copper foams combined with forced-air convection. **International Journal of Thermal Sciences**, v. 141, p. 47-61, 2019.

MOHAMMED, A. G.; ELFEKY, K. E.; WANG, Q. Recent advancement and enhanced battery performance using phase change materials based hybrid battery thermal management for electric vehicles. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 154, 2022.

MOUSAVI, S.; ZADEHKABIR, A.; SIAVASHI, M.; YANG, X. An improved hybrid thermal management system for prismatic Li-ion batteries integrated with mini-channel and phase change materials. **Applied Energy**, v. 334, 2023.

NAZAR, M. W.; IQBAL, N.; ALI, M.; NAZIR, H.; AMJAD, M. Z. B. Thermal management of Li-ion battery by using active and passive cooling method. **Journal of Energy Storage**, v. 61, 2023.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.

PAGANI, R. N.; PEDROSO, B.; SANTOS, C. B. et al. Methodi Ordinatio 2.0: revisited under statistical estimation, and presenting FInder and RankIn. **Quality & Quantity**, v. 57, p. 4563-4602, 2022.

PING, P.; PENG, R.; KONG, D.; CHEN, G.; WEN, J. Investigation on thermal management performance of PCM-fin structure for Li-ion battery module in high-temperature environment. **Energy Conversion and Management**, v. 176, p. 131-146, 2018.

QU, Z. G.; LI, W. Q.; TAO, W. Q. Numerical model of the passive thermal management system for high-power lithium ion battery by using porous metal foam saturated with phase change material. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 39, n. 8, p. 3904-3913, 2014.

RANJBARAN, Y. S.; SHOJAEEFARD, M. H.; MOLAEIMANESH, G. R. Thermal performance enhancement of a passive battery thermal management system based on phase change material using cold air passageways for lithium batteries. **Journal of Energy Storage**, v. 68, 2023.

SABBAH, R.; KIZILEL, R.; SELMAN, J. R.; AL-HALLAJ, S. Active (air-cooled) vs. passive (phase change material) thermal management of high power lithium-ion packs. **Journal of Power Sources**, v. 182, n. 2, p. 630-638, 2008.

SAFDARI, M.; AHMADI, R.; SADEGHZADEH, S. Numerical investigation on PCM encapsulation shape used in the passive-active battery thermal management. **Energy**, v. 193, 2020.

SHARMA, D. K.; PRABHAKAR, A. A review on air cooled and air centric hybrid thermal management techniques for Li-ion battery packs in electric vehicles. **Journal of Energy Storage**, v. 41, 2021.

SUDHAKARAN, S.; TERESE, M.; MOHAN, Y.; THAMPI, A. D.; RANI, S. Influence of various parameters on the cooling performance of battery thermal management systems based on phase change materials. **Applied Thermal Engineering**, v. 222, 2023.

VAZ, L. F. H.; BARROS, D. C.; CASTRO, B. H. R. Veículos híbridos e elétricos: sugestões de políticas públicas para o segmento. **BNDES Setorial**, n. 41, p. 295-344, 2015.

VERMA, A.; SHASHIDHARA, S.; RAKSHIT, D. A comparative study on battery thermal management using phase change material (PCM). **Thermal Science and Engineering Progress**, v. 11, p. 74-83, 2019.

ZHAO, R.; GU, J.; LIU, J. Optimization of a phase change material based internal cooling system for cylindrical Li-ion battery pack and a hybrid cooling design. **Energy**, v. 135, p. 811-822, 2017.