



## 26° Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR) 49ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPV)

### MODIFICAÇÃO DE CONCRETOS ASFÁLTICOS DRENANTES NA INDÚSTRIA DA PAVIMENTAÇÃO: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

*João Paulo Marçal de Souza<sup>1</sup>; Jessica Duarte Ribeiro Vieira<sup>1</sup>; Fabiana Araujo Maia<sup>1</sup>; Mayara Silva Siqueira<sup>1</sup>; Hannah Dora de Garcia e Lacerda<sup>1</sup>; Diego de Paiva Bezerra<sup>1</sup> & Luísa Eduarda Lucena de Medeiros<sup>1</sup>*

#### RESUMO

Com o aumento do crescimento urbano nas últimas décadas, a expansão das áreas impermeáveis tornou-se uma consequência evidente. Nessa perspectiva, estudos recentes na área da pavimentação focaram em dispositivos para promover infiltração e retardar o escoamento superficial, como o pavimento de concreto asfáltico poroso, que facilita a drenagem sob o pavimento. Tendo em vista a importância das estratégias tecnológicas para a indústria da pavimentação, este estudo teve como objetivo a análise bibliométrica das publicações sobre novos materiais na pavimentação asfáltica drenante utilizando a base de dados *Scopus*. As análises bibliométricas aplicaram-se para conhecer a evolução e produção científica, além das tendências e domínios de conhecimento. Para a pesquisa dos documentos foram utilizados os termos em inglês “*modified asphalt*” and “*modified asphalt concrete*” or CPA or “*cement replacement*” or *recycle* or *sustainab* or “*open graded asphalt*” e considerados os artigos do período de 2000 a 2024. Os resultados revelaram o aumento das publicações com o passar dos anos, enfocando áreas específicas, materiais e países mais ativos. Houve um crescimento constante nas publicações ao longo do tempo, com destaque para a China como líder em pesquisas. Os estudos destacaram os testes de desempenho e a busca por alternativas sustentáveis, como borracha de pneus e fibras de vidro, substituindo materiais convencionais no concreto asfáltico permeável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mapeamento científico; Pavimento flexível poroso; Materiais inovadores; Inovação tecnológica.

#### ABSTRACT

With the increase in urban growth in recent decades, the expansion of impermeable areas has become an obvious consequence. In this perspective, recent studies in the area of paving have focused on devices to promote infiltration and slow down surface runoff, such as porous asphalt concrete sidewalk, which facilitates drainage under the sidewalk. In view of the importance of technological strategies for the paving industry, this study aimed to carry out a bibliometric analysis of publications on new materials in drainage asphalt paving using the *Scopus* database. Bibliometric analysis was used to understand the evolution and scientific production, as well as trends and areas of knowledge. To search for documents, the terms “*modified asphalt*” and “*modified asphalt concrete*” or CPA or “*cement replacement*” or *recycle* or *sustainab* or “*open graded asphalt*” were used and articles from the period 2000 to 2024 were considered. The results showed an increase in publications over the years, focusing on specific areas, materials and the most active countries. There has been a steady growth in publications over time, with China standing out as the leader in research. The studies highlighted performance tests and the search for sustainable alternatives, such as tire rubber and glass fibers, replacing conventional materials in permeable asphalt concrete.

**KEY WORDS:** Scientific mapping; Porous flexible flooring; Innovative materials; Technological innovation.

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – *campus* Patos, e-mails: joao.marcal@academico.ifpb.edu.br; jessica.duarte@academico.ifpb.edu.br; fabiana.araujo@academico.ifpb.edu.br; mayara.siqueira@academico.ifpb.edu.br; hannah.lacerda@ifpb.edu.br; diego.paiva@ifpb.edu.br; luisa.medeiros@ifpb.edu.br.



## INTRODUÇÃO

Por vários anos foi consenso que apenas revestimentos em misturas asfálticas com baixo volume de vazios, considerados impermeáveis, apresentavam desempenho adequado em campo. Entretanto, devido às mudanças climáticas, ocasionadas pelo processo de urbanização desenfreada, diversos problemas surgiram com as novas formas de contemplar o uso do solo, como enchentes, degradação das águas pluviais e até inundações (BALBO, 2007).

Nessa perspectiva, tornou-se cada vez mais evidente a necessidade da adoção de medidas com ênfase no manejo sustentável da água, o que levou ao surgimento do conceito de sistemas de controle não convencionais. Dessa forma, estratégias de gestão da água vêm sendo aplicadas em nível mundial para minimizar e solucionar os efeitos da urbanização no ciclo hidrológico. Como exemplo, a utilização de reservatórios de retenção ou detenção, com o objetivo de atenuar esse problema. No entanto, essa alternativa demanda o uso de terrenos de grandes dimensões, muitas vezes indisponíveis, e com custos elevados (ROCHA *et al.*, 2022).

Uma outra estratégia é a utilização dos pavimentos asfálticos permeáveis como ferramentas compensatórias para desvio do escoamento superficial gerado pelos picos de chuva. Nesse sentido, os pavimentos permeáveis, ao contrário dos convencionais, são capazes de captar água pela superfície do revestimento, a qual atravessa as camadas inferiores e pode ser armazenada ou infiltrada no solo para alimentação dos sistemas de águas subterrâneas. Ademais, estes pavimentos permitem a captação de águas pluviais para aproveitamento. Dessa maneira, o uso de pavimentos permeáveis pode contribuir para a melhoria do sistema de drenagem urbana, uma vez que promove o aumento de áreas permeáveis e conseqüente redução do impacto das chuvas (SCHNEIDER, 2019).

Nesse contexto, as misturas asfálticas porosas são camadas de revestimento colocadas acima de estruturas regulares de pavimentos com o objetivo de melhorar as condições de segurança do tráfego – aumento da aderência pneu-pavimento e a drenagem da água superficial - durante eventos de chuva e reduzir o ruído ao rolamento. Dessa forma, a implementação de concretos asfálticos drenantes não apenas melhoram a segurança e o conforto dos motoristas em condições de chuva, mas previne danos causados pelo acúmulo de água. Além disso, a redução do ruído ao rolamento promove um ambiente mais silencioso e agradável, beneficiando tanto os motoristas quanto as comunidades adjacentes às rodovias (QUEIROZ; MELO, 2015).

No Brasil, este tipo de mistura é conhecido como Camada Porosa de Atrito (CPA), a qual pode chegar a possuir um volume de vazios de até 25% (BALBO, 2007). Entretanto, uma das principais desvantagens das misturas porosas é sua baixa durabilidade e curta vida de serviço, o que implica na necessidade de frequentes ações de manutenção e reabilitação. De acordo com Queiroz e Melo (2015), a perda de agregados na superfície da camada é o principal fator que afeta a durabilidade destas misturas. Essa degradação pode ser agravada pela presença de umidade e/ou condições intensas de inverno, além de afetar a qualidade da passagem dos veículos e acelerar o aparecimento e a evolução de outros defeitos (QUEIROZ; MELO, 2015).

Diante desse cenário, outra possibilidade é a utilização de pavimentos asfálticos permeáveis com a incorporação de resíduos industriais, visando potencializar suas propriedades, conforme discutido por Balbo (2007). A estratégia visa promover um material que, tradicionalmente, é o responsável pela geração de grandes quantidades de escoamento superficial, em um meio para reduzir esse volume, promovendo um descarte ambientalmente correto e a melhoria das propriedades mecânicas e funcionais de revestimentos asfálticos drenantes.

Nessa perspectiva, este estudo teve como objetivo realizar uma revisão bibliométrica da pesquisa



global sobre a modificação de pavimentos asfálticos drenantes para aplicação na indústria da pavimentação asfáltica. A busca realizou-se na base bibliográfica *Scopus*, para o período de vinte anos. Os documentos encontrados foram exportados para o *Microsoft Excel* e posteriormente para o *VOSviewer* onde analisaram-se os seguintes temas: publicações e tendências de crescimento, autores e sua cooperação, análises por países e por área de conhecimento. Por fim, constatou-se a relevância do tema, quantidade de publicações realizadas e áreas primordiais para a ascensão da engenharia de pavimentos drenantes.

## METODOLOGIA

Para alcance do objetivo do estudo, o programa metodológico foi dividido em três etapas distintas de acordo com a natureza e o volume das atividades planejadas. O fluxograma abaixo (Figura 1) exemplifica a sequência metodológica de execução desta investigação.

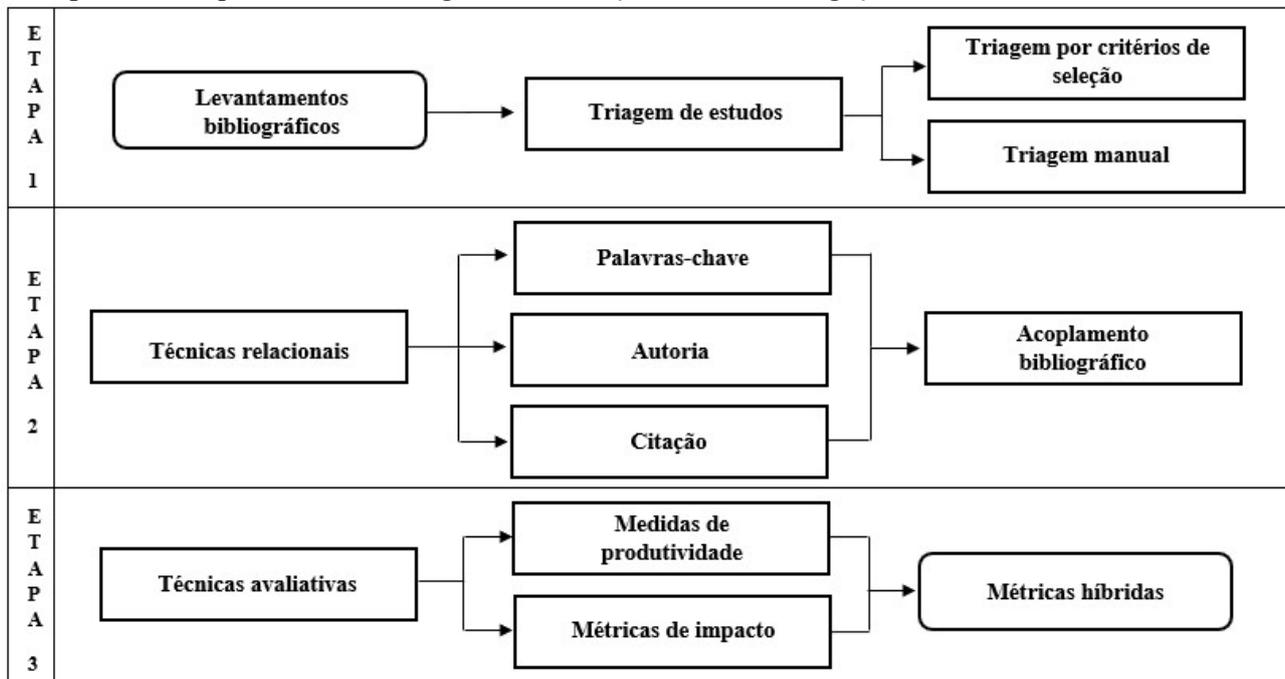


Figura 1. Programa metodológico do estudo (AUTORES, 2024).

Os itens abaixo apresentam a descrição das etapas de levantamentos bibliográficos e de aplicação das técnicas relacionais e avaliativas executadas no estudo.

### Levantamentos bibliográficos

A primeira etapa compreendeu a pesquisa bibliográfica e revisão da literatura. Esta etapa abrangeu a consulta bibliográfica na base de dados *Scopus*. O período temporal do estudo foi dos últimos vinte e quatro anos (2000-2024). A consulta avançada na base de dados da *Scopus* compreendeu um levantamento por palavras-chave, descritores e auxílio dos operadores booleanos *and* e *or*. As palavras-chave utilizadas para busca dos artigos foram: “*modified asphalt*” and “*modified asphalt concrete*” or CPA or “*cement replacement*” or *recycle* or *sustainab* or “*open graded asphalt*”. Com o levantamento sem filtragem de dados, foram obtidos 479 documentos. Com a aplicação dos filtros para aprimoramento da amostra levantada de estudos, como detalhamento de artigos em inglês e artigos no tipo de documento, a busca resultou em 272 documentos.



### Técnicas relacionais

A bibliometria faz uso de uma série de indicadores que mapeiam e possibilitam a expressão quantitativa das características bibliográficas dos documentos analisados, bem como das relações entre tais características (QUEVEDO-SILVA *et al.*, 2016). Nessa perspectiva, os dados encontrados na base de dados da Scopus foram agrupados em uma lista na própria base de dados. A apuração desses dados foi executada através do *Microsoft Excel* e no software *VOSviewer*. Para análise relacional, foram examinados, por meio do *VOSviewer*, a produtividade por co-citação, co-autoria e co-palavras dos estudos levantados.

### Técnicas avaliativas

As técnicas avaliativas compreenderam as medidas de produtividade por número de artigos por ano acadêmico e por autor; às medidas de impacto por total de citações, número de citações e citações por autor; e as medidas híbridas que eram o conjunto das medidas avaliativas, ou seja, visando o impacto da colaboração de autores (QUEVEDO-SILVA *et al.*, 2016).

Através da técnica de mapeamento, foi possível calcular e posicionar cada tema em um mapa bidimensional que espelha a semelhança e conexão entre os artigos. Nessa representação visual, o tamanho de cada agrupamento reflete a quantidade de publicações associadas; os grupos maiores englobam um maior número de artigos, enquanto as distâncias entre os aglomerados indicam, em termos aproximados, a relação com base em citações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificaram-se 272 publicações relacionadas com inovação de materiais para a pavimentação asfáltica drenante, dos quais 192 eram artigos provenientes de pesquisas originais como apresentado na Tabela 1. Em eventos acadêmicos como congressos, seminários, foram identificados 70. Artigos com acesso antecipado foram 6, ou seja, artigos finais em texto completo, revisados por pares e editados, disponibilizados e publicados on-line antes de serem atribuídos a um volume e edição da revista. E, por fim, foram levantados 4 artigos de revisões da literatura.

Tabela 1. Tipos de documentos e suas publicações (AUTORES, 2024).

Tipos de documentos	Publicações
Artigos originais	192
Artigos de conferências	70
Acesso antecipado	6
Artigos de revisão	4

O número de publicações é importante porque indica as tendências relacionadas com o tema de pesquisa. Assim, sobre materiais inovadores na pavimentação asfáltica drenante as publicações começaram a ser influentes em 2004. Nesse ano só tinha sete publicações, até 2010 as publicações eram limitadas a aproximadamente quarenta publicações. A década de 2010 foi a mais influente, com uma quantidade de trabalhos publicizados de aproximadamente 140 estudos. Cabe destacar que o ano de 2023 foi o ano que obteve o maior índice de estudos publicados com uma quantidade de 35 estudos, sendo esta uma quantidade que levou aproximadamente 10 anos (2000-2010) para ser publicado esse quantitativo de artigos.

O número de publicações por ano na Figura 3, mostra a importância que a pesquisa sobre os materiais inovadores na pavimentação asfáltica drenante teve depois de 2010. É imperativo ressaltar



que o ano de 2024 obteve uma queda, haja vista que só foram incluídos os estudos publicados até a primeira semana de janeiro de 2024.

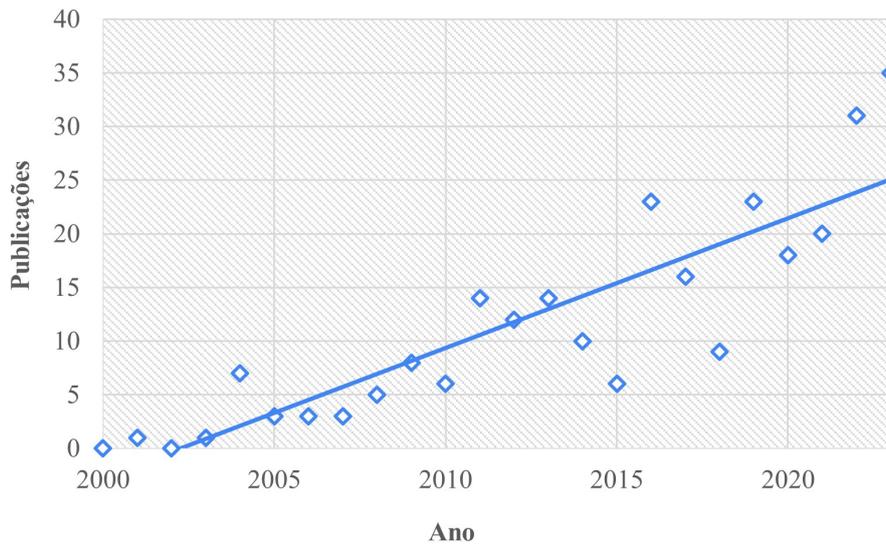


Figura 3. Número de publicações nos últimos 24 anos (2000-2024) (AUTORES, 2024).

Nos anos de 2016-2017 alcançou-se um patamar de aproximadamente 40 estudos, nos anos de 2018-2019 diminuiu para aproximadamente 30 e em 2020 foram registradas 18, indicando uma queda. Uma interpretação desse fenômeno é apresentada a partir da perspectiva da bibliometria, que aponta para a presença de uma tendência nas publicações. As diretrizes bibliométricas carecem da precisão característica das ciências exatas; são representações variáveis ou diferentes manifestações de um mesmo fenômeno, considerando diversos pontos de vista (PORTER; WOOK, 2021).

### Rede de trabalhos: a cooperação entre autores

A cooperação científica remonta a um processo praticamente espontâneo, que se manifesta na troca de conhecimentos, informações, experiências e pessoal. A estrutura do mundo atual tem levado a considerar predominantemente formas de cooperação unidirecional entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (ROLIM; MOURA, 2018).

As 272 publicações levantadas foram escritas por um total de 756 autores, a Figura 4 apresenta os dez autores mais produtivos no tema de materiais inovadores. A classificação baseia-se na quantidade de publicações de cada autor e sua influência de citações em produtividade, Wu S. é o mais importante com dezesseis publicações, seguido por Li Y. com onze publicações. Após, destacam-se Zhang Y., Li H., Wang Y. e Han J., ambos com sete publicações; seguido por Habbouch J. e Li Q. com seis publicações destaques. Depois vem Al-Abdul Wahhab H. I. e Yang, J. os quais possuem cinco publicações.





As linhas que unem cada círculo representam a cooperação entre eles e as cores dos grupos. Distinguem-se dois grupos principais de autores, sendo Wu S. e Li Y, os quais estão contribuindo amplamente com todos os outros grupos secundários de autores. Dos 756 autores, 52 deles têm realizado trabalhos em co-autorias, os quais são representados pelos grupos de Zhang Y (roxo escuro), Li H (azul claro), Wang J. (roxo claro), Zhang H. (verde escuro), Tan Y. (azul escuro), Wang Y. (fúcsia) e Wang H. (verde claro).

Também é possível ver na figura a rede existente entre agrupamentos, é o caso de Wang Y que trabalha em conjunto com o agrupamento fúcsia, azul, verde e uma parte do laranja. O pesquisador Wang H, que trabalha com o agrupamento vermelho, rosa e verde claro e verde escuro. O pesquisador Wang J que trabalha com os agrupamentos laranja, roxo e azul, e o pesquisador Yang H que trabalha em conjunto com o agrupamento laranja, azul claro, azul escuro e verde escuro. Todas essas redes indicam trabalho multidisciplinar, pesquisas conjuntas entre diversas instituições e países.

### Cooperação geográfica e institucional

Sobre esse tópico foi possível identificar que o meio com maior número de publicações foi o *Virginia Transportation Research Council* que visa a pesquisa e inovação de materiais para a área de transportes do estado da Virgínia (Estados Unidos da América). Entretanto, o país com maior destaque de publicações é a China por órgão destaque em cooperação institucional (Tabela 2).

Tabela 2. Universidades, institutos e órgãos mais representativos (AUTORES, 2024).

Universidades mais representativas		
Universidades	Países	Publicações
<i>University of malaya</i>	Malásia	3
<i>Al-nahrain university</i>	Iraque	3
<i>Hunan university</i>	China	3
<i>Jilin university</i>		3
<i>King fahd university of petroleum and minerals</i>	Arábia Saudita	3
<i>King fahd university of petroleum and minerals</i>		3
<i>Nguyen tat thanh university</i>	Vietnã	3
<i>Iran university of science and technology</i>	Irã	4
<i>Harbin institute of technology</i>	China	3
<i>Wuhan university of technology</i>		3
<i>Virginia transportation research council</i>	Estados Unidos da América (EUA)	5

As publicações de materiais inovadores provêm de 39 países ou territórios, dos quais 18 encontram-se na Ásia, 12 na Europa, 5 na América, 3 na África e 1 na Oceania, conforme apresentado na Figura 6. Cabe destacar que os dez países que mais se destacaram foram: i) China (123 publicações); ii) EUA (37 publicações); iii) Irã (17 publicações); iv) Iraque (14 publicações); v)



Itália e Índia (11 publicações ambos); vi) Arábia Saudita e Malásia (9 publicações ambos); vii) Coreia do Sul (8 publicações); e viii) Austrália (6 publicações).

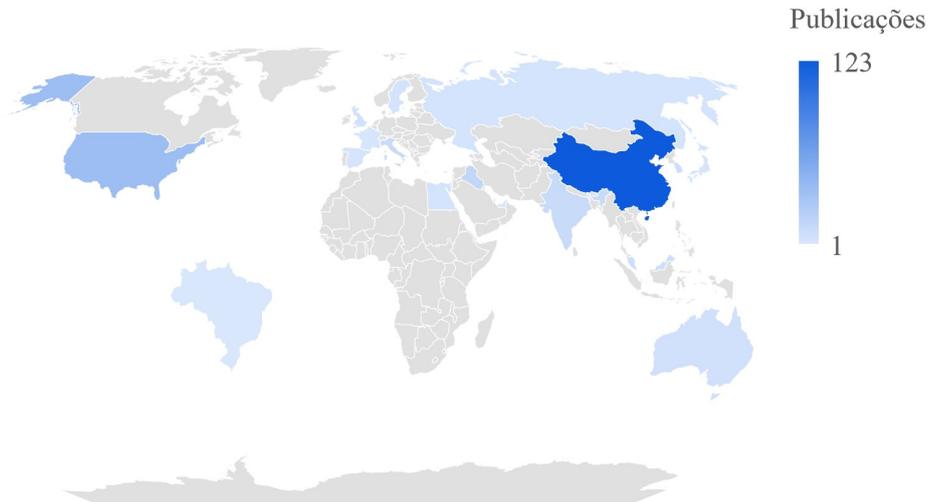


Figura 6. Destaque de publicações por países (AUTORES, 2024).

A rede de cooperação entre países apresenta-se na Figura 7, para processamento de dados utilizou-se a análise por co-autoria. A co-autoria foi a unidade de análises nos países, utilizou-se o método de contar completo o qual teve o número máximo de países por documento de 25. Selecionaram-se limites de documentos de um país utilizando 1 e de citações de um país utilizando 0, em total selecionaram-se 39 países. Entretanto, os países destaque na cooperação à nível mundial foram um total de 23 países conforme apresentado na figura 7.

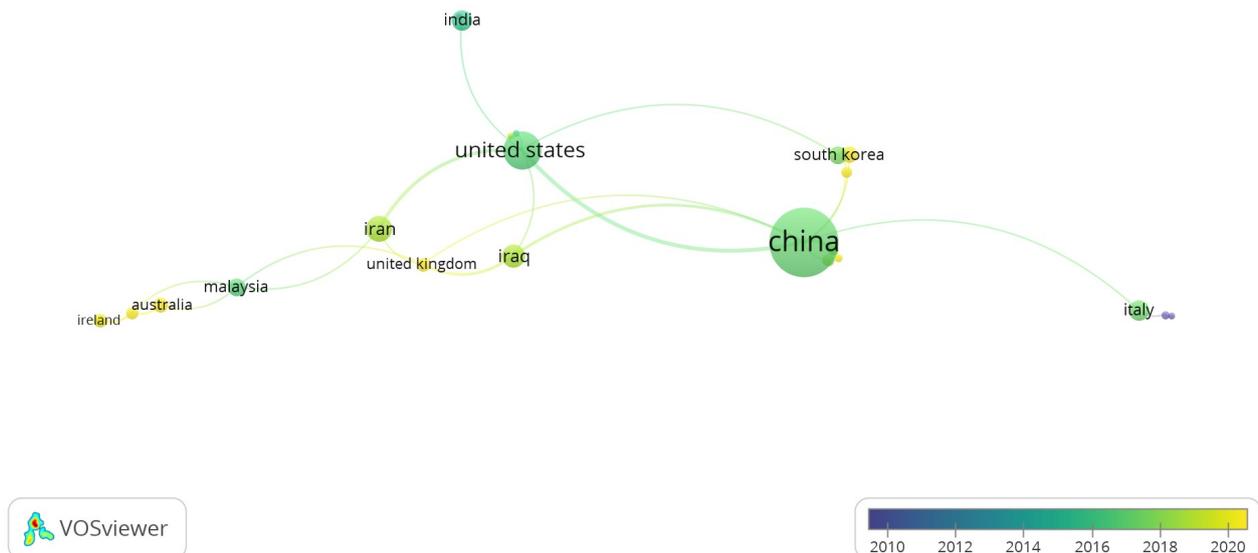


Figura 7. Colaboração entre países (AUTORES, 2024).

As linhas que unem cada círculo representam a cooperação entre eles, as cores representam os grupos. Na rede podem distinguir-se sete grupos principais, sendo China, Estados Unidos, Itália, Coreia do Sul, Índia, Iraque e Malásia. Os 23 países uniram-se entre continentes no período de 2010 a 2020 e realizaram trabalhos em co-autorias, os quais podem ser visualizados na cor roxa, azul claro, verde e amarelo.



### Análise por palavras-chave

Analisaram-se os termos utilizados nos títulos e resumos das publicações para conhecer tendências e maiores informações sobre o tema de materiais inovadores na indústria da pavimentação drenante. Os resultados são apresentados na Figura 8, observam-se dois grandes agrupamentos: vermelho e verde. As palavras-chave do agrupamento vermelho foram concreto asfáltico, geossintéticos, performance laboratorial, características reológicas, asfalto modificado. O agrupamento verde está composto por asfalto, asfalto modificado por polímero, durabilidade, cimento, resistência, propriedades mecânicas, resíduos, geopolímeros.

Os temas tratados por agrupamento são característicos. O agrupamento verde é responsável por estudos com enfoque no processo de práticas de modificação, uso eficiente de recursos e desenvolvimento sustentável. Enquanto o agrupamento vermelho é responsável pelas características e análises laboratoriais, ou seja, são análises normativas para justificativa do uso de diversos materiais com influência do tempo e resultados das estruturas criadas.

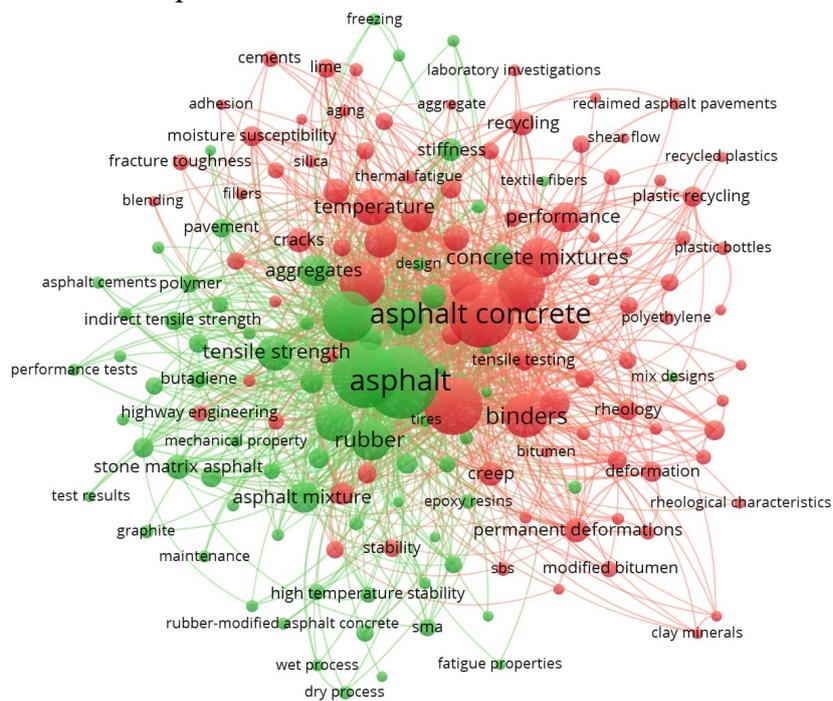


Figura 8. Rede de palavras-chave (AUTORES, 2024).

A Figura 9 mostra as palavras-chave das publicações com informação de tempo, as palavras utilizadas antes de 2016 mostram a cor verde escuro e azul e incluem asfalto, análise térmica, agregados, misturas asfálticas, susceptibilidade de misturas. Enquanto as palavras mais recentes aparecem nas cores verde e amarelo e são desempenho, reciclagem de polímeros, pavimentos, energia, condutividade térmica, energia de desempenho, alta performance, características reológicas.

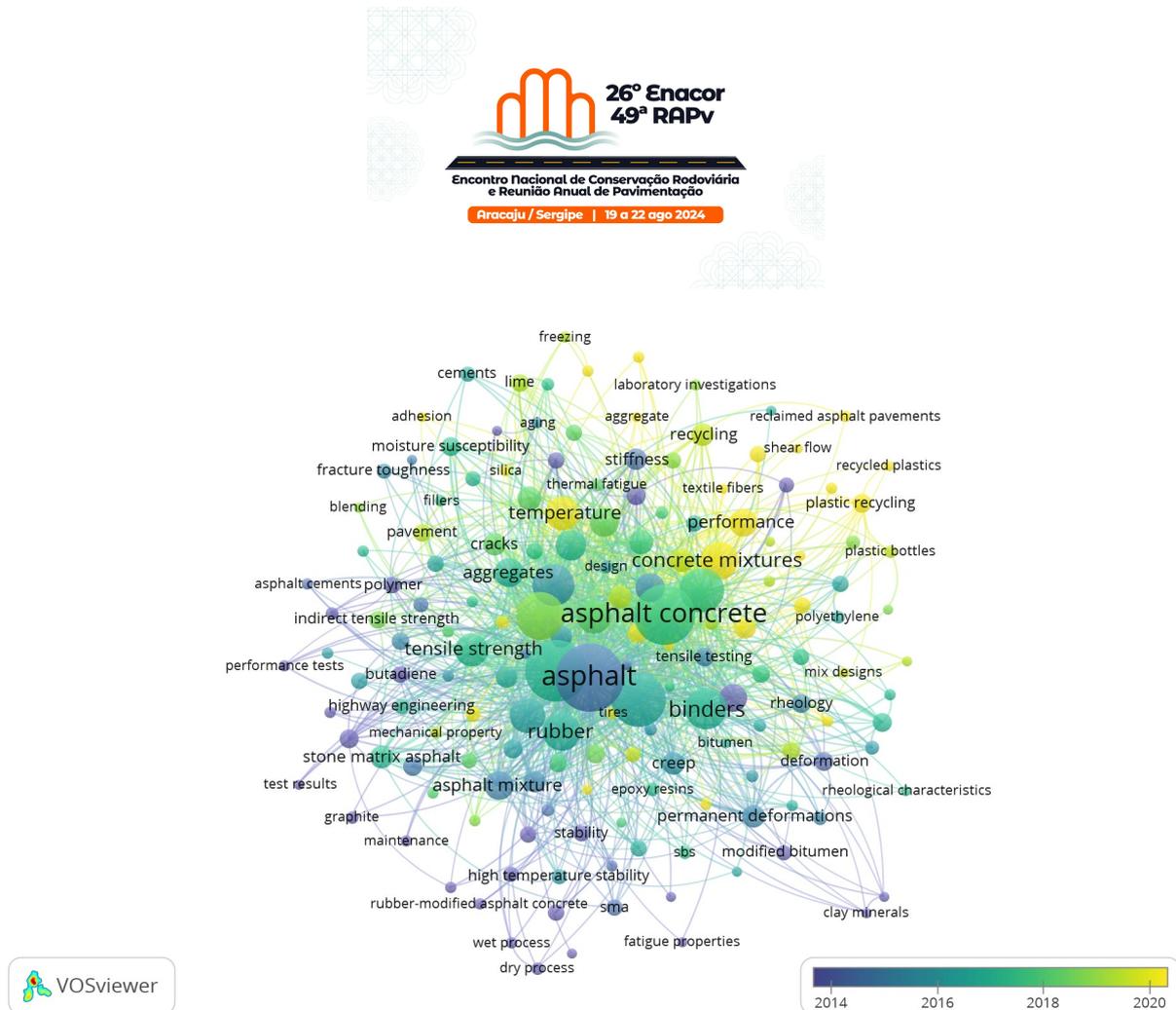


Figura 9. Rede de palavras-chave por ano (AUTORES, 2024).

A situação atual da construção, na que muitas vezes é um problema, a obtenção de materiais adequados faz com que se faça uso de materiais de alta tecnologia com propriedades avançadas como os compósitos que produzem uma desmaterialização física das obras e por outro lado o reciclado de produtos obtidos na própria obra mediante demolições e reaproveitamento de materiais os quais são despejados ambientalmente incorretamente com os novos produtos e novas propostas para construir pavimentos sustentáveis. Isto leva a modificar o que por muitos anos tem sido feito, onde deve ser consideradas maiores exigências de qualidade, por outro lado o uso de materiais inovadores pode gerar mais custos devido a pesquisa que precisa ser feita do material (GUO *et al.*, 2020).

Uma das vantagens do concreto asfáltico drenante e sustentável é a redução de custos, uma pesquisa foi conduzida, considerando a produção em larga escala de agregados reciclados por uma usina de reciclagem situada em Medellín. Foi estipulado um pagamento por metro cúbico (m<sup>3</sup>), variando de acordo com a percentagem de substituição de agregados, sendo importante destacar que o custo do agregado reciclado corresponde a 65% do valor do agregado convencional (BEDOYA; DZUL, 2015).

Quanto à modificação parcial e total de resíduos em misturas asfálticas, o cimento desempenha um papel crucial na formulação de misturas asfálticas porosas. De acordo com Di Mundo *et al.* (2019), a incorporação de compostos cimentícios contendo borracha reciclada não apenas proporciona os benefícios típicos de um agregado leve, mas também confere a vantagem da hidrofobicidade, contribuindo assim para valorizar uma matéria-prima secundária relevante em escala global. Os resultados da pesquisa indicam que os compósitos de borracha e cimento exibem maior porosidade em toda a faixa investigada, sendo mais sensíveis na faixa detectável mais baixa (DI MUNDO *et al.*, 2019).



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo bibliométrico realizado proporcionou uma compreensão abrangente dos artigos atuais na literatura científica referentes a modificação e reciclagem de pavimentos de concreto asfáltico permeável, com o objetivo de avaliar o progresso nessa área e oferecer uma visão atualizada do estado da arte sobre o tema. As dificuldades apresentadas durante esse processo estão voltadas, principalmente, à área de filtragem, pois após a investigação na base de dados da *Scopus* os documentos encontrados carecem ser traduzidos, lidos e classificados. Todo o processo assegura que a filtragem seja confiável e precisa fornecer dados que retratam a realidade.

Foi evidenciado que o assunto é relativamente recente, demonstrando um aumento significativo no número de publicações e citações nos últimos cinco anos. Dentre essas pesquisas, destacam-se áreas como Engenharia Civil e Ciência dos Materiais como os principais setores envolvidos nos estudos.

As análises de desempenho estavam concentradas na avaliação da resistência mecânica do concreto asfáltico modificado em diversas condições, examinando suas reações a agentes químicos e investigando as melhores dosagens e técnicas de produção. Nessa perspectiva, a busca por materiais sustentáveis para substituir o agregado reflete uma tendência global visando mitigar os impactos negativos da construção civil. O foco principal das pesquisas analisadas era verificar como a introdução desses materiais reciclados afeta as propriedades de resistência, trabalhabilidade e custo do pavimento. Dentre os materiais estudados, destacam-se os materiais poliméricos, as fibras e os materiais reciclados provenientes de resíduos sólidos da construção civil.

Com os resultados obtidos é possível confirmar que países como China e Estados Unidos da América destacam-se na pesquisa e publicações científicas na área de estudo deste trabalho. Ambos os países são referência tanto em qualidade de publicações como em quantidade de artigos. No Brasil a pesquisa desenvolvida na área de pavimento asfáltico drenante é muito pequena, sendo que apenas um artigo publicado no período entre 2000 e 2024 na base de dados *Scopus*.

## AGRADECIMENTOS

Ao apoio financeiro do Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para realização da pesquisa e pagamento das bolsas, através do edital n° 28/2023 (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação – PIBITI/CNPq). À Diretoria de Pesquisa – PRPIPG e à Coordenação de Pesquisa do *campus* Patos pelo suporte.

## REFERÊNCIAS

- BALBO, J. T. Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- BARROS, K. S. Estudo de Cinzas Volantes de uma Termelétrica da RMF para Aplicação em Camadas Granulares de Pavimentos. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/25073>. Acesso em: 05 mar. 2024.
- BASTIDAS-MARTÍNEZ, J. G. *et al.* Evaluación de una mezcla de concreto asfáltico con incorporación de agregados reciclados de concreto. *Revista UIS Ingenierías*, [S.l.], v. 20, n. 2, p. 75-84, 2021. DOI: <https://doi.org/10.18273/revuin.v20n2-2021007>.
- BEDOYA, C.; DZUL, L. Concrete with recycled aggregates as urban sustainability project. *Revista Ingenieria de Construccion*, [S.l.], v. 30, n. 2, p. 99–108, 2015.
- BRILHANTE, A. K. V. C. Transição para Cidade-Esponja: Desafios e Oportunidades para a Cidade de João Pessoa-PB. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, UFPB, João Pessoa, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/25096>. Acesso em: 22 dez. 2023.



CARMO, J. B. do; SOARES, L. C.; ZANETTE, F. C. Análise comparativa de desempenho do pavimento permeável e asfáltico quando aplicado em um estacionamento residencial de Belo Horizonte. *Paramétrica*, [S.l.], v. 13, n. 14, p. 2–15, 2021. Disponível em: <https://www.periodicos.famig.edu.br/index.php/parametrica/article/view/262>. Acesso em: 17 mar. 2024.

CUNHA, C. B. da. *et al.* Avaliação de concreto asfáltico usinado a quente com incorporação de material fresado. *Revista Matéria*, [S.l.], v. 23, n. 3, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/Zw9WDCGwwJqh5yQZvD5JV3r/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 abr. 2024.

DI MUNDO, R. *et al.* *Water absorption in rubber-cement composites: 3D structure investigation by X-ray computed-tomography. Construction and Building Materials*, v. 228, 2019.

GUO, M. *et al.* *Characterization of the mechanical properties of eco-friendly concrete made with untreated sea sand and seawater based on statistical analysis. Construction and Building Materials*, v. 234, 2020.

KLAMT, R. A. *et al.* Estudo da Utilização da Reciclagem de Concreto Asfáltico como Camada de Pavimento. *Revista de Gestão Ambiental & Sustentabilidade*, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 539–553, 2018. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/11517>. Acesso em: 5 jan. 2024.

MARTÍNEZ-MOLINA, W. *et al.* Concreto reciclado: uma revisão. *Revista ALCONPAT*, v. 5 n. 3 set./dez. 2015. Disponível em: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-68352015000300235&lng=es&nrm=iso&tlng=es&ORIGINALLANG=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352015000300235&lng=es&nrm=iso&tlng=es&ORIGINALLANG=es). Acesso em: 23 dez. 2023.

PORTER, S. J.; WOOK, D. W. *Connecting Scientometrics: Dimensions as a route to broadening context for analyses. Computer Science*, v. 20, n. 1, p. 87–108, 2021.

QUEIROZ, B. O. de; MELO, R. A. de. Propriedades mecânicas e hidráulicas de misturas asfálticas porosas com adição de politereftalato de etileno (PET). *In: Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte, 29., 2015. Anais [...]. Ouro Preto: ANPET, 2015. Disponível em: http://146.164.5.73:20080/ssat/interface/content/anais\_2015/TrabalhosFormatados/RT784.pdf. Acesso em: 05 abr. 2024.*

QUEVEDO-SILVA, F. *et al.* Estudo bibliométrico: orientações sobre sua aplicação. *Revista Brasileira de Marketing, São Paulo*, v. 15, n. 2, p. 246-262, abr./jun. 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=471755312008>. Acesso em: 20 abr. 2024.

RIOS, F. R. de A.; BARBOSA SOBRINHO, A. A.; MORAIS, C. S. R. Análise térmica de asfalto do petróleo, modificado com resíduos polimérico. *RunPetro*, [S.l.], v. 2, n. 2, abr./set. 2014. Disponível em: <https://repositorio.unp.br/index.php/runpetro/article/view/673>. Acesso em: 15 abr. 2024.

ROCHA, L. A. *et al.* Influência da estimativa do tempo de concentração no dimensionamento de um reservatório de detenção. *Revista Valore, Volta Redonda*, v. 7, n. 1, p. 1-16, jan./dez. 2022. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/614>. Acesso em: 05 fev. 2024.

ROLIM, L. J.; MOURA, V. B. Análise cienciométrica sobre pavimentos de concreto. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - UniEvangélica, Anápolis, Goiás, 2018.

SAOULA, S. *et al.* *Improvement of the performances of modified bituminous concrete with EVA and EVA-waste. Physics Procedia*, v. 2, n. 3, nov. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2009.11.098>.

SCHNEIDER, D. *et al.* Comportamento hidráulico e mecânico de uma mistura asfáltica aberta enquadrada como camada porosa de atrito. *In: 33º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET. Anais [...]. Balneário Camboriú: ANPET, p. 1624-1635, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267787891\_COMPORTAMENTO\_MECANICO\_DE\_MISTURAS\_ASFALTICAS\_DO\_TIPO\_SMA\_CONCRETO\_ASFALTICO\_E\_AREIA-ASFALTO. Acesso em: 03 mar. 2024.*