

ESTRATÉGIAS PARA A EFICIÊNCIA NA GESTÃO DE DADOS GEOESPACIAIS MUNICIPAIS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DO ESTADO DA ARTE

*Strategies for efficiency in municipal geospatial data management:
a bibliometric analysis of the state of the art*

Camila da Silva

Universidade Federal de Santa Catarina

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial – PPGTG
Prefeitura Municipal de Brusque - GeoBrusque
Camilacoelhosilva1@hotmail.com

Everton da Silva

Universidade Federal de Santa Catarina

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial – PPGTG
everton.silva@ufsc.br

André Felipe Bozio

Universidade Federal de Santa Catarina

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial – PPGTG
Instituto Brusquense de Planejamento - IBPLAN
andrefbozio@gmail.com

Resumo:

O constante crescimento urbano exige uma gestão territorial eficiente, essencial para o desenvolvimento de políticas públicas consistentes. Nesse contexto, a institucionalização de novas geotecnologias e a criação de um Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) tornam-se ferramentas cruciais para uma gestão mais assertiva e eficaz. A grande quantidade de dados geoespaciais gerados pelas diversas finalidades do cadastro requer uma organização padronizada e modelada, visando à interoperabilidade dos dados e promovendo uma gestão territorial inteligente. Este estudo tem como objetivo analisar a produção científica sobre modelagem conceitual e geográfica no Brasil. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática da literatura por meio de análise bibliométrica, utilizando ferramentas de *machine learning* com linguagem R, para examinar artigos científicos publicados em periódicos e eventos relacionados ao tema. As buscas foram conduzidas nas bases *Scopus* e *Web of Science*, utilizando sete palavras-chave, resultando em 16 artigos, dos quais 12 foram selecionados para a análise. Destacam-se a Revista Brasileira de Cartografia e os Anais do *Workshop Computer Science and Engineering Proceedings Workshop CEUR* como principais veículos de publicação. Entre as instituições mais relevantes na área, sobressaem-se o Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A análise de coocorrência revelou três clusters temáticos: dados geoespaciais e cadastro, pesquisa e desenvolvimento, e formação de conceitos, evidenciando uma lacuna na construção de modelagens conceituais que integrem desde a formação conceitual até a implementação e gestão de dados geoespaciais, essenciais para uma gestão territorial eficaz.

Palavras-chave: Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), Modelagem Conceitual, Gestão Territorial, Análise Bibliométrica, Dados Geoespaciais.

Abstract:

Constant urban growth requires efficient territorial management, essential for the development of consistent public policies. In this context, the institutionalization of new geotechnologies and the creation of a Multipurpose Territorial Registry (CTM) become crucial tools for more assertive and effective management. The large amount of geospatial data generated by the various registration purposes requires a standardized and modeled organization, aiming at data interoperability and promoting intelligent territorial management. This study aims to analyze scientific production on conceptual and geographic modeling in Brazil. To this end, a systematic review of the literature was carried out through

bibliometric analysis, using machine learning tools with R language, to examine scientific articles published in journals and events related to the topic. The searches were conducted in the Scopus and Web of Science databases, using seven keywords, resulting in 16 articles, of which 12 were selected for analysis. The Revista Brasileira de Cartografia and the Anais do Workshop Computer Science and Engineering Proceedings Workshop CEUR stand out as the main publication vehicles. Among the most relevant institutions in the area, the Federal Institute of Santa Catarina (IFSC) and the Federal University of Pernambuco (UFPE) stand out. The co-occurrence analysis revealed three thematic clusters: geospatial data and registration, research and development, and concept formation, highlighting a gap in the construction of conceptual modeling that integrates from conceptual formation to the implementation and management of geospatial data, essential for management. effective territorial.

Keywords: Multipurpose Territorial Registry (CTM), Conceptual Modeling, Territorial Management, Bibliometric Analysis, Geospatial Data.

1. INTRODUÇÃO

A crescente urbanização exige que administradores municipais utilizem recursos que garantam uma gestão territorial eficiente. Conhecer o território é condição essencial para a formulação de políticas públicas consistentes em diversas áreas da administração (Ramos, Câmara e Monteiro, 2007). Nesse contexto, a organização e o planejamento de ações, aliados ao uso de ferramentas eficazes para a tomada de decisões, são fundamentais para uma gestão municipal eficiente (Amorim, Pelegrina e Julião, 2018).

Com os avanços tecnológicos e metodológicos na gestão territorial, o Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) tornou-se uma ferramenta essencial para a interoperabilidade de dados geoespaciais de diferentes setores da administração pública. Ele constitui uma base de dados relevante, capaz de subsidiar diagnósticos necessários ao processo de planejamento (Amorim, Pelegrina e Julião, 2018). A Portaria nº 3242/2022, do Ministério do Desenvolvimento Regional, atualiza as diretrizes para a criação, instituição e atualização do CTM nos municípios brasileiros, definindo-o como um sistema que integra dados cadastrais e temáticos gerenciados por diversos órgãos públicos e privados.

Piumenta e Erba (2012) destacam que a evolução cadastral, impulsionada pelo avanço tecnológico, permite a modernização dos processos, substituindo métodos analógicos por geotecnologias que tornam os sistemas cadastrais mais atraentes para planejadores. Nos municípios onde as geotecnologias já foram incorporadas, o armazenamento, gerenciamento e compartilhamento de dados ocorrem por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), os quais integram informações geográficas produzidas por diversas fontes, facilitando a tomada de decisões (Longley et al., 2015).

Para que o SIG seja eficaz e confiável, é fundamental, antes de sua implementação, desenvolver um modelo conceitual para a gestão e representação de dados geoespaciais nos municípios, considerando as multifinalidades dos cadastros (Bozio, 2022). As secretarias, órgãos governamentais e autarquias devem reconhecer suas competências na utilização estratégica dessas informações na formulação de políticas urbanas.

Gruber (1993) corrobora essa abordagem ao afirmar que a criação de um banco de dados para um SIG exige a escolha inicial das entidades a serem representadas, organizando-as em conceitos que formam uma ontologia de aplicação, compartilhada por uma comunidade. Nesse sentido, a modelagem conceitual assegura a integridade e a qualidade dos bancos de dados geoespaciais, além de permitir sua construção evolutiva e ordenada. Hubner (2009) destaca que, ao focar na gestão de dados

cadastrais, com base nas necessidades dos usuários, cria-se uma identidade corporativa que reforça a responsabilidade pelo gerenciamento da informação geográfica.

Essas abordagens, em consonância com normativas organizacionais como a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), visam promover a interoperabilidade e a disponibilização de dados geoespaciais, facilitando o planejamento e o desenvolvimento em diversas áreas.

Diante desse contexto, este trabalho se propõe a analisar a produção científica sobre bancos de dados geoespaciais no Brasil, com uma análise bibliométrica que aponta lacunas teóricas e empíricas nesse campo. A análise será realizada utilizando ferramentas de machine learning, permitindo a identificação de padrões complexos e tendências emergentes, com o objetivo de otimizar a tomada de decisões na gestão de dados geoespaciais.

2. MATERIAIS E MÉTODO

Para a condução deste estudo, adotou-se a análise bibliométrica como procedimento metodológico, uma vez que esta abordagem permite mapear o estado e a evolução de um determinado campo de estudo (Gutiérrez-Salcedo *et al.*, 2017). A análise bibliométrica é eficaz na medida em que aprimora a documentação e as informações científicas por meio de uma análise quantitativa das produções acadêmicas, gerando indicadores capazes de identificar a influência, a ênfase e o impacto de uma área de pesquisa específica (Osareh, 1996).

Gutiérrez-Salcedo *et al.* (2017) classificam as técnicas bibliométricas em dois domínios principais: "análise de desempenho" e "mapeamento da ciência". A primeira avalia o impacto através de indicadores quantitativos, enquanto a segunda revela a estrutura conceitual, social ou intelectual do campo de pesquisa. Para a aplicação dessas técnicas, são frequentemente utilizados indicadores como autores, periódicos, palavras-chave e referências bibliográficas dos trabalhos analisados.

Seguindo a metodologia proposta por Zupic e Čater (2015), a pesquisa foi estruturada em cinco etapas, conforme detalhado no Quadro 1.

Quadro 1 - Etapas da pesquisa bibliométrica

ETAPA	ATIVIDADES
Projeto de pesquisa	a) Definição da pergunta de pesquisa; b) Escolha do método bibliográfico mais adequado para a pergunta de pesquisa.
Compilação de dados bibliométricos	a) Definição das palavras-chave para busca e critérios de delimitação temporal e de área; b) Coleta dos arquivos nas bases de dados; c) Construção e agrupamento dos arquivos com referências obtidas das bases Scopus e Web of Science; d) Filtragem e exportação dos dados bibliográficos utilizando o pacote Bibliometrix do software estatístico R.
Análise	a) Geração dos resultados no pacote Bibliometrix (R); b) Seleção das informações para publicação.
Visualização	a) Construção de tabelas e gráficos com dados obtidos do <i>Bibliometrix</i> (R); b) Seleção do software para visualização dos resultados no software <i>Biblioshany</i> .
Interpretação dos resultados	Redação dos principais resultados obtidos

Fonte: adaptado de Zupic e Čater (2015).

2.1 Etapa 1: Projeto de pesquisa

Nesta etapa, definiu-se a pergunta de pesquisa: Como se encontra a produção científica voltada ao banco de dados geospaciais no Brasil? Com base na conceituação apresentada na introdução, o método bibliométrico foi escolhido por ser o mais adequado para identificar e quantificar lacunas e áreas de evolução na produção científica.

2.2 Etapa 2: Compilação dos dados bibliométricos

Os critérios para a compilação de dados (Quadro 2) foram estabelecidos com base nas fases propostas por Nakamura, Mutti e Reginato (2022). As palavras-chave foram selecionadas para refinar a amostra, garantindo a relevância dos termos para o tema pesquisado. As bases de dados Scopus e Web of Science foram escolhidas por sua abrangência e pela capacidade de exportação e análise de dados via o software Bibliometrix.

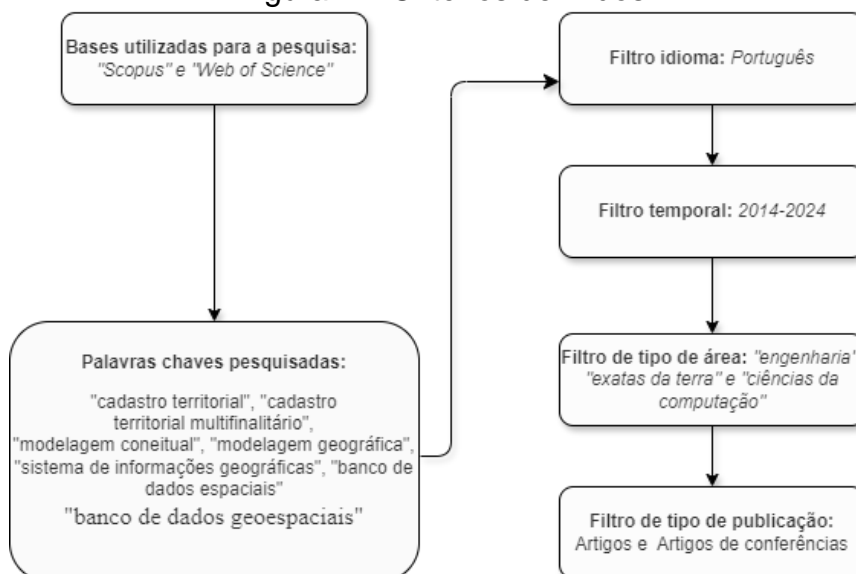
Quadro 2 – Critérios definidos na estratégia de busca

ESTRATÉGIA DE BUSCA	CRITÉRIO DEFINIDO
Palavras-chave da busca: utilização de sete palavras-chaves no escopo da temática	Cadastro territorial, cadastro territorial multifinalitário, modelagem conceitual, modelagem geográfica, Sistema de Informações Geográficas (SIG), banco de dados espaciais e banco de dados geospaciais.
Base de dados: utilização de base de dados relevantes para aumentar o alcance da pesquisa de forma a evitar resultados duplicados, ou seja, somente periódicos com revisão por pares	<i>Scopus e Web of Science</i>
Filtros a serem aplicados: idioma, área temática, tipo de publicação, intervalo temporal de busca	Português, Engenharia e ciências exatas e da Terra, Ciências da computação, Artigos científicos publicados em periódicos e artigos de conferência, 2014 a 2024
Estratégias de busca: pelas palavras-chave definidas nos artigos buscados na base de dados	Título, palavras-chave, resumo

Fonte: adaptado de Nakamura, Mutti e Reginato (2022).

Desta forma foram realizadas buscas na base de dados através de combinações de expressões alfanuméricas que direcionaram a pesquisa através da aplicação dos critérios estabelecidos. Acrescentando os critérios qualitativos, foi também utilizado o operador lógico do tipo OR, que ao ser utilizado como critério em uma busca, apresenta como dados de saída resultados que contenham, pelo menos um, entre dois ou mais termos definidos.

Figura 1 – Critérios definidos



Fonte: adaptado de Nakamura, Mutti e Reginato (2022).

2.3 Etapa 3: Análise

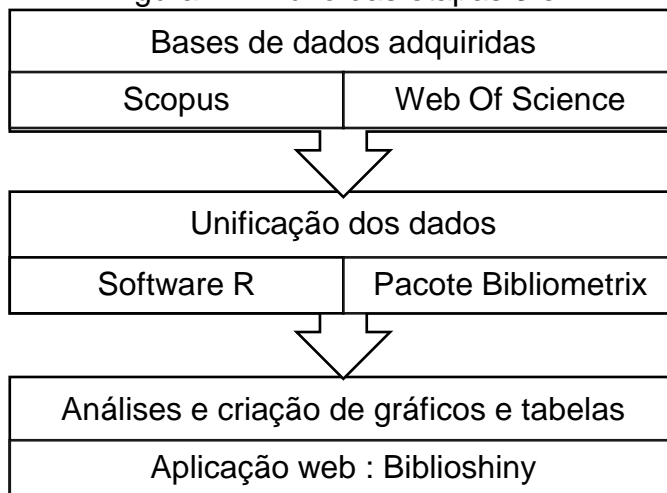
A análise dos dados foi realizada utilizando o software estatístico RStudio e o pacote Bibliometrix, uma ferramenta de código aberto para pesquisas quantitativas em cienciometria e bibliometria (Aria e Cuccurullo, 2017). Este software permitiu a unificação das bases de dados, a execução de análises preliminares e a verificação da integridade dos indexadores.

2.4 Etapa 4: Visualização

As análises gráficas e a produção de tabelas foram realizadas com o auxílio do aplicativo web Biblioshiny, integrante do pacote Bibliometrix. Esta ferramenta possibilitou a síntese dos dados, a visualização das redes de colaboração entre autores, a identificação dos termos mais citados e a criação de gráficos e figuras relevantes para a interpretação dos resultados.

A Figura 2 apresenta o fluxo das etapas 3 e 4.

Figura 2 – Fluxo das etapas 3 e 4



2.5 Etapa 5: Interpretação dos resultados

Com base nas etapas anteriores, especialmente na estratégia de compilação de dados da etapa 2, que resultou em um arquivo consolidado com dados das bases Scopus e Web of Science, foram identificados 12 artigos relevantes. Na etapa 3, esses artigos foram selecionados para responder à pergunta de pesquisa definida na etapa 1. Os resultados, processados na etapa 4, serão apresentados e interpretados nesta fase final.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

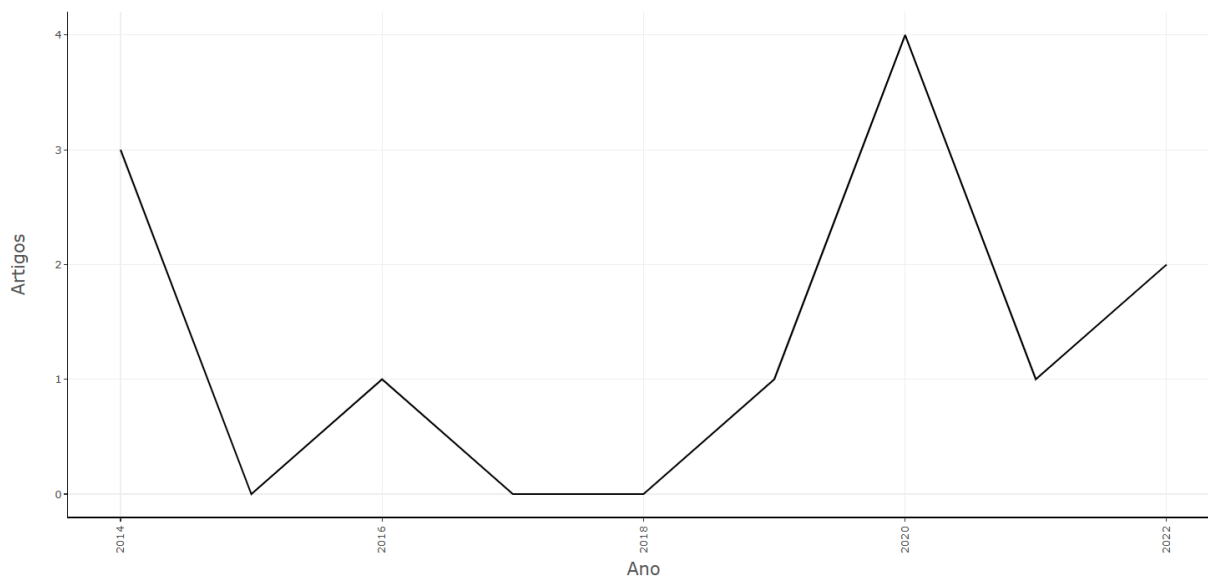
A partir da inserção da base de dados unificada no Biblioshiny, utilizando a ferramenta de filtros disponível na aplicação, foram identificados 12 documentos, escritos por 39 autores diferentes, todos em língua portuguesa. O período de abrangência dos documentos vai de 2014 a 2024, com os tipos de documentos classificados como artigos e artigos de conferência. A Figura 3 apresenta as informações gerais sobre a amostra selecionada, permitindo a continuidade da coleta de dados quantitativos relacionados às produções científicas analisadas.

Figura 3 – Informações gerais do levantamento bibliométrico.



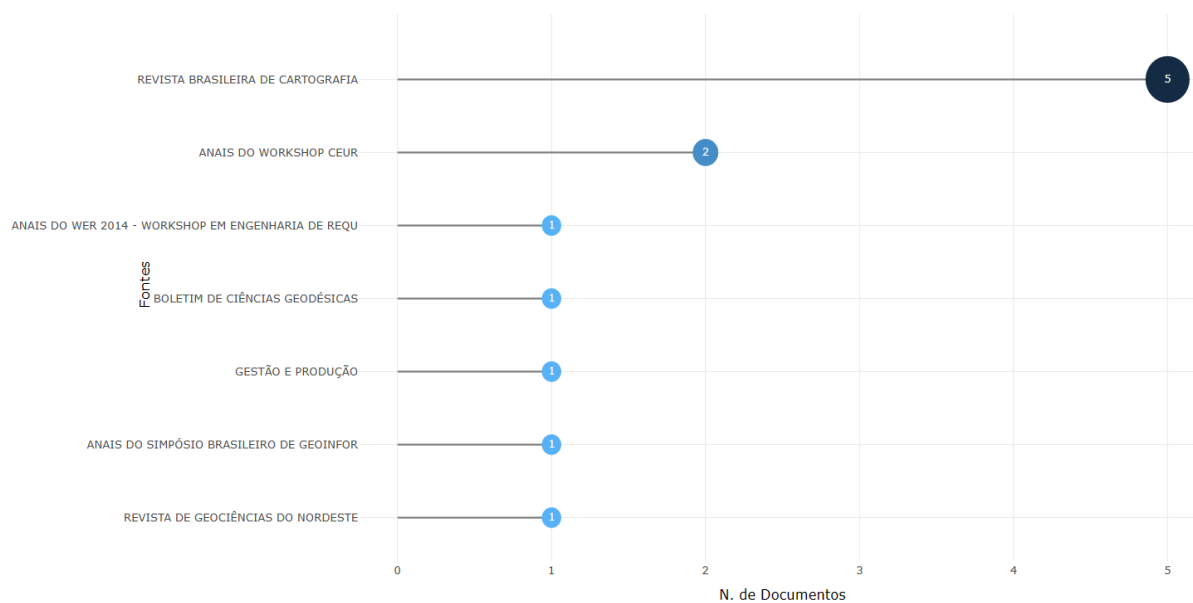
O Gráfico 1 ilustra a evolução da produção científica na área de modelagem de bancos de dados geoespaciais ao longo do período selecionado. Em 2014, foram publicadas três obras, seguidas de um período de inatividade entre 2015 e 2018, exceto por uma publicação em 2016. A produção científica retomou em 2019 com uma publicação, e em 2020 houve um aumento significativo, registrando-se quatro publicações. Nos anos subsequentes, houve uma queda na produção, com uma publicação em 2021 e duas em 2022. Para os anos de 2023 e 2024, não foram encontradas publicações.

Gráfico 1 – Produção anual.



Dentre as fontes mais relevantes, a Revista Brasileira de Cartografia se destacou, com um total de cinco publicações. Os artigos de conferência, em especial aqueles publicados nos Anais do Workshop CEUR, uma base voltada para workshops em ciências da computação, contribuíram com dois artigos. As demais fontes apresentaram apenas uma publicação cada, conforme demonstrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Fontes relevantes.



Em relação às instituições que participaram das publicações, o Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) lidera com cinco trabalhos, seguido pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), com quatro publicações. Ambas as instituições oferecem cursos nas áreas de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura,

destacando-se na produção de pesquisas relevantes em gestão territorial e modelagem conceitual de dados geoespaciais. Ao todo, foram identificadas 19 instituições diferentes, sendo uma delas internacional, a Universidade Nova de Lisboa (UNL), que contribuiu com duas publicações, conforme listado no Quadro 2.

Quadro 2 – Produção em relação às instituições

INSTITUIÇÃO	QUANTIDADE DE PUBLICAÇÕES
INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA (IFSC)	5
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE)	4
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE)	3
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (FURG)	
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG)	
CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN)	
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA (UFPB)	2
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO (PUC-RIO)	
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA (IME)	
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA (UDESC)	
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA (UNL)	
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE)	
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA (UFPB)	1
EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA (INFRAERO)	
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA (ITA)	
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL (UEMS)	
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA 'JULIO DE MESQUITA FILHO' - CAMPUS PRESIDENTE PRUDENTE (UNESP)	
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA (UFBA)	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR)	

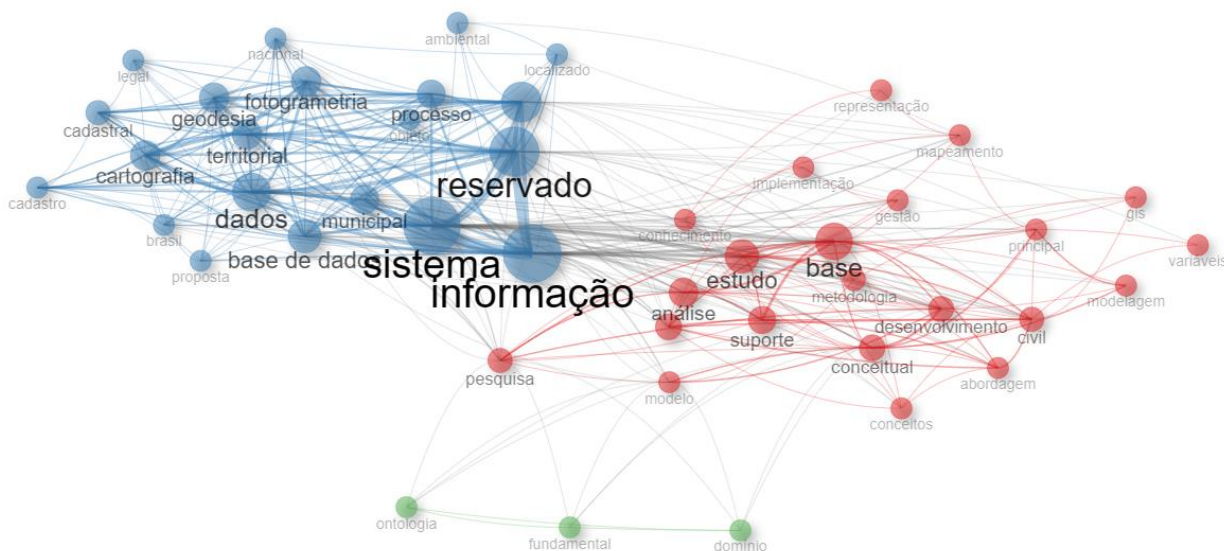
Para responder ao questionamento sobre as principais temáticas que envolvem a modelagem conceitual para estruturação de bancos de dados geoespaciais, a Figura 4 apresenta uma nuvem de palavras-chave dos autores, contendo um total de 38 termos. O termo "modelagem conceitual" é o mais destacado, seguido por "GIS", alinhando-se com a fundamentação teórica apresentada. Outros termos, como "ontologia", "gestão" e "análise espacial", embora menos destacados, corroboram os argumentos expostos na introdução deste artigo.

Figura 4 – Nuvem de palavras a partir das palavras-chave da amostra.



A Figura 5 aprofunda a análise ao apresentar a rede de coocorrência dos termos contidos nos resumos das publicações, utilizando uma representação gráfica para indicar as conexões e frequências em que os termos aparecem juntos. A partir dessa análise, três clusters distintos foram identificados.

Figura 5 – Rede de coocorrência das palavras nos resumos.



O cluster representado pelo nó azul está associado a termos específicos relacionados a dados geospaciais e cadastro, destacando "dados", "informação", "sistema", "reservado" e "base de dados". A proximidade dos termos na rede sugere uma interconexão densa entre eles.

O cluster representado pelo nó vermelho está ligado a pesquisa e desenvolvimento, com termos como "modelo", "estudo", "desenvolvimento", "pesquisa" e "metodologia" aparecendo com frequência. A variação na proximidade dos termos indica uma ampla gama de conexões e relações.

Por fim, o cluster representado pelo nó verde inclui termos conceituais como "domínio", "fundamental" e "ontologia". A menor proximidade entre os termos sugere que eles podem não estar fortemente conectados.

4. CONCLUSÕES

Os resultados da análise bibliométrica destacam a relevância crescente da modelagem conceitual no campo da gestão de dados geospaciais no Brasil, especialmente em relação ao Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM). Dos 16 artigos identificados nas bases Scopus e Web of Science, 12 foram selecionados para análise detalhada, com destaque para a predominância das publicações na *Revista Brasileira de Cartografia* (5 artigos) e nos *Anais do Workshop CEUR* (2 artigos), o que evidencia a concentração das pesquisas em fontes específicas.

Além disso, as análises de coocorrência de termos revelaram três clusters temáticos principais: dados geospaciais e cadastro, pesquisa e desenvolvimento, e formação de conceitos. A análise demonstrou que a modelagem conceitual foi o termo mais citado, aparecendo em 38% dos artigos, seguido por termos relacionados ao **GIS** e à ontologia, o que indica uma forte ênfase na interoperabilidade dos dados

geoespaciais e na organização ontológica para garantir a consistência dos bancos de dados.

A evolução temporal da produção científica mostrou um pico de publicações em 2020, com quatro artigos, seguido por uma redução significativa nos anos subsequentes. Isso pode sugerir uma necessidade urgente de incentivo à pesquisa continuada, dada a relevância do tema para a eficiência na gestão territorial. Entre as instituições com maior produção, o Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) lidera com cinco publicações, seguido pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) com quatro, evidenciando a concentração das pesquisas em universidades públicas brasileiras.

Diante desses dados, torna-se evidente a necessidade de um maior investimento em pesquisas que integrem as áreas de modelagem conceitual e ontologia. A baixa frequência de termos como engenharia de requisitos (apenas 8%) e ontologia (10%) aponta para uma lacuna que precisa ser abordada para garantir que a modelagem conceitual seja implementada de forma robusta e eficaz, promovendo, assim, uma gestão territorial mais integrada e eficiente.

Portanto, as evidências apontam para a importância de se intensificar a produção acadêmica nas áreas interdisciplinares que envolvem a construção e implementação de sistemas geoespaciais, garantindo que as futuras políticas públicas de planejamento territorial sejam mais fundamentadas e alinhadas com as necessidades tecnológicas e metodológicas emergentes.

Referências

AMORIM, A.; PELEGRINA, M. A.; JULIÃO, R. P. **Cadastro e gestão territorial: uma visão luso-brasileira para a implementação de sistemas de informação cadastral nos municípios**. Editora UNESP, 2018.

BOZIO, A. F. **Modelagem Conceitual Aplicada ao Mapeamento Geotécnico de Aptidão às Fundações**. 2022. 166 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial, Centro de Ciência Tecnológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

ERBA, D.; PIUMETTO, M. A. **Para Compreender o Solo Urbano Cadastros Multifinalitários para o Planejamento e o Desenvolvimento das Cidades da América Latina**. Lincoln Institute of Land Policy. 2021. p. 2.

GRUBER, T. R. Substantial revision of paper presented at the international workshop on formal ontology. **Int. J. Hum. Comp. Stud**, v. 43, p. 907-928, 1993.

GUTIÉRREZ-SALCEDO, M. et al. Some bibliometric procedures for analyzing and evaluating research fields. **Applied Intelligence**, p. 1275- 1287., 13 dez. 2017.

HÜBNER, C. E. **Proposta de Gestão de Dados Cadastrais para Gestão Sócio-Patrimonial de Empreendimentos de Geração de Energia Hidrelétrica em Fase de Implantação**. 2009. 339 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro de Ciência Tecnológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

LONGLEY, P. A. et al. **Geographic Information Science & Systems**. John Wiley & Sons, 2015.

OSAREH, F. Bibliometrics, Citation Analysis and Co-Citation Analysis: A Review of Literature I. **Libri**, v. 46, n. 3, 1996.

RAMOS, F. R.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Territórios digitais urbanos. **Geoinformação em urbanismo: cidade real x cidade virtual**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 34-53, 2007.

ZUPIC, I.; ČATER, T. Bibliometric Methods in Management and Organization. **Organizational Research Methods**, v. 18, n. 3, p. 429–472, 22 jul. 2015.