

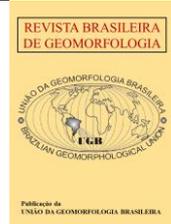


<https://rbgeomorfologia.org.br/>
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 25, nº 4 (2024)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbgeomorfologia.v25i4.2596>



Artigo de Revisão

Incisões erosivas hídricas lineares no Centro-Oeste do Brasil: uma análise bibliométrica

Linear Water Erosive Incisions in the Central-West Region of Brazil: A Bibliometric Analysis

Kássio Samay Ribeiro Tavares¹, Selma Simões de Castro²

¹ Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, Brasil. kassiosamayribeiro@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3248-5236>

² Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, Brasil. scastro@unicamp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5401-5852>

Recebido: 02/07/2024; Aceito: 19/10/2024; Publicado: 02/12/2024

Resumo: Este estudo apresenta o resultado de uma análise bibliométrica abrangente das pesquisas sobre incisões erosivas hídricas lineares na região Centro-Oeste do Brasil. Foram analisados 91 documentos, incluindo artigos científicos, dissertações e teses acadêmicas, para mapear as tendências e padrões das pesquisas na área. Os resultados indicam uma predominância de estudos geoespaciais e geodinâmicos. A abordagem metodológica multidisciplinar é evidente em 71% dos estudos que combinam múltiplos procedimentos para obter resultados mais robustos. A maioria dos estudos é multifatorial, utilizando indicadores de vegetação, uso e manejo do solo e geomorfologia, refletindo a complexidade dos processos envolvidos. Os principais focos de pesquisa incluem modelagem, mapeamento e índices de predição. Os resultados mostram que as abordagens multiescalares se destacam como essenciais para integrar conhecimentos locais e regionais, oferecendo uma compreensão completa dos desafios e soluções para o fenômeno erosivo. É ainda que a distribuição geográfica dos estudos revela maior concentração nos estados de Goiás e Mato Grosso, associada à intensa atividade agrícola e pecuária nessas áreas. Conclui-se que estudos com abordagens interdisciplinares e o uso de tecnologias avançadas para enfrentar os desafios da erosão hídrica linear devem ser intensificados, de modo a promover práticas sustentáveis de uso e manejo do solo.

Palavras-chave: Erosão hídrica linear; Cerrado; Geotecnologias; Sustentabilidade; Uso e manejo do solo.

Abstract: This study presents the results of a comprehensive bibliometric analysis of research on linear water erosive incisions in the Central-West region of Brazil. A total of 91 documents, including scientific articles and academic works, were analyzed to map the trends and patterns of research in this area. The results indicate a predominance of geospatial and geodynamic studies. A multidisciplinary methodological approach is evident in 71% of the studies that combine multiple procedures to obtain more robust results. Most studies are multifactorial, using indicators of vegetation, land use and management, and geomorphology, reflecting the complexity of the involved processes. The main research focuses include modeling, mapping, and prediction indices. The results show that multiscale approaches are essential for integrating local and regional knowledge, offering a comprehensive understanding of the challenges and solutions for the erosive phenomenon. Additionally, the geographical distribution of the studies reveals a greater concentration in the states of Goiás and Mato Grosso, associated with the intense agricultural and livestock activity in these areas. It is concluded that the need for interdisciplinary approaches and the use of advanced technologies to address the challenges of linear water erosion should be intensified to promote sustainable land use and management practices.

Keywords: Linear water erosion; Cerrado; Geotechnologies; Sustainability; Use and land management.

1. Introdução

Nas duas últimas décadas têm aumentado o interesse por estudos bibliométricos em diferentes áreas do conhecimento, por mapearem o progresso científico, avaliar o impacto e tendências do conhecimento científico e orientar futuras investigações, promovendo uma gestão mais eficiente dos recursos disponíveis para a pesquisa e desenvolvimento (TURMUZI *et al.*, 2023; TAVARES; CASTRO, 2023).

De acordo com Zhuang *et al.* (2015), a bibliometria sobre grandes temas cresceu sobretudo na América do Norte e Espanha, além da China e Austrália. No entanto, no caso da erosão hídrica, em especial da linear (sulcos, ravinas e voçorocas), fenômeno que pode comprometer a segurança alimentar e que geralmente deriva do mau uso e manejo dos solos, sobretudo relacionado às atividades agropecuárias (SELLAMI; TERRIBILE, 2023), as pesquisas bibliométricas são poucas. Tanto Batista *et al.* (2019) quanto Tavares e Castro (2021), discutem o baixo número de publicações sobre erosão linear e ressaltam sua importância no meio científico e técnico, em termos de uso e ocupação das terras e suas consequências, também por permitirem espacializar as áreas mais impactadas a partir das publicações.

Algumas publicações podem ser enfatizadas no Brasil, como a de Barreto; Barros e Sparoveck (2008) que procederam a duas bibliometrias, uma sobre a história e outra sobre a geografia da pesquisa brasileira em erosão acelerada do solo, constatando a preferência de estudos sobre a erosão hídrica laminar, a mesma que Tavares e Castro (2021) que realizaram um levantamento sobre modelagens de erosão hídrica do solo, evidenciando o principal foco de estudos, a erosão hídrica laminar e enfatizando a escassez de estudos sobre erosão hídrica linear.

Historicamente, a erosão linear tem sido identificada como um processo relevante de degradação do solo, frequentemente associada a práticas de manejo e gestão insustentáveis da terra (GUERRA; LOUREIRO, 2023; POESEN, 2011). Esse fenômeno corresponde a incisões erosivas nos solos, que pode ser classificada em sulcos, ravinas e voçorocas, e que motivaram a elaboração de diversas propostas para sua diferenciação (CASTILLO; GÓMEZ, 2016).

Em pesquisa bibliométrica recente, Tavares e Castro (2023) constataram a concentração de estudos em áreas sujeitas a intensas atividades agropecuárias, as quais acentuam a suscetibilidade e o risco à erosão e revelaram uma tendência na investigação de estratégias de mitigação e práticas de manejo sustentável do solo. Os autores ainda enfatizaram a importância de abordagens interdisciplinares do fenômeno, por integrarem conhecimentos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos e agrônômicos e observaram uma evolução significativa no conhecimento sobre erosão linear no bioma Cerrado.

A região Centro-Oeste, quase inteiramente coberta pelo bioma Cerrado, engloba Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e o Distrito Federal. Segundo Tavares e Castro (2023), esses estados apresentam o fenômeno da erosão linear, cuja distribuição e condicionantes não são suficientemente conhecidos em termos geoespaciais e geodinâmicos. O Cerrado é crucial para a produção agropecuária intensiva, impulsionada pelo desmatamento desde os anos 70 e especializada em commodities agrícolas e pecuárias. Nunes e Castro (2023) e Rodrigues e Castro (2023) indicam que essa dinâmica pode aumentar a suscetibilidade à erosão hídrica linear em áreas pouco conhecidas.

Este trabalho utiliza a bibliometria para levantar e analisar criticamente a produção acadêmica sobre a erosão linear na região Centro-Oeste do Brasil. O objetivo é quantificar e qualificar a produção acadêmica brasileira, elucidando tendências e direcionamentos das pesquisas sobre a erosão linear na região Centro-Oeste, buscando fornecer subsídios para o avanço do conhecimento científico, orientando futuras pesquisas e promovendo uma gestão mais eficiente e sustentável dos solos na região.

2. Metodologia

A metodologia do estudo foi estruturada em três fases principais: pré-processamento, processamento e análise final dos dados (Figura 1). Não foram considerados livros e Anais de eventos, pois o foco deste trabalho foi a análise de publicações científicas de maior impacto, como artigos em periódicos revisados por pares, teses e dissertações, que apresentam maior rigor metodológico e resultados consolidados de pesquisa. Embora livros e Anais de eventos também contenham informações valiosas, a inclusão desses documentos poderia gerar uma heterogeneidade nos dados que comprometeria a consistência da análise bibliométrica, considerando que esses tipos de publicações nem sempre passam por processos de revisão por pares com o mesmo nível de exigência e frequência que artigos e dissertações. Por outro lado, livros e Anais de eventos merecem um estudo à parte, uma vez que podem abordar

o tema de forma mais ampla, o que não atenderia aos critérios de rigor e delimitação adotados neste trabalho. Já as teses e dissertações foram incluídas por representarem um corpo significativo de pesquisas acadêmicas detalhadas, muitas vezes publicadas antes de serem adaptadas para artigos em periódicos. Portanto, sua inclusão é relevante para mapear o estado atual da pesquisa acadêmica e suas tendências.

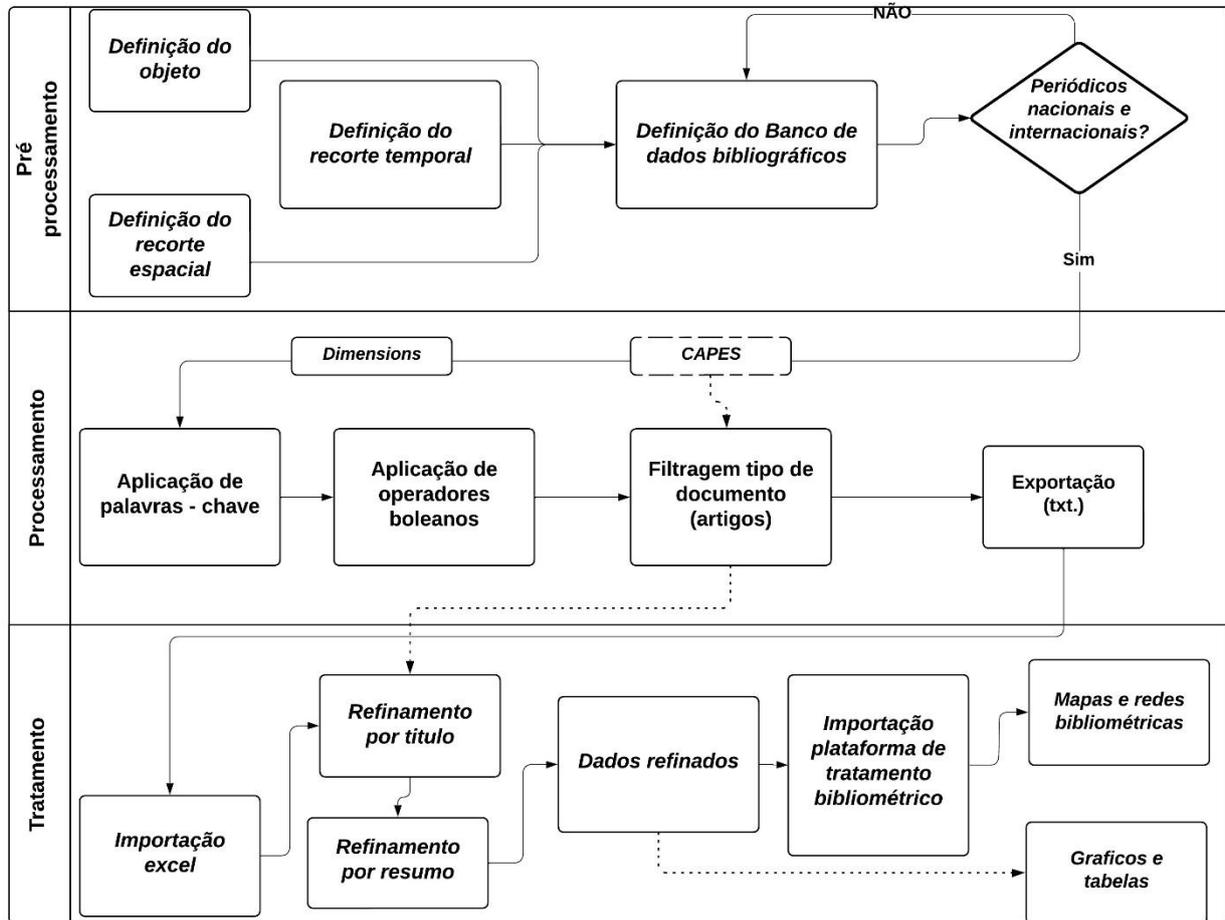


Figura 1. Fluxograma ilustrativo dos procedimentos metodológicos da pesquisa.

A primeira fase, de pré-processamento, começou com a definição da base de dados bibliográficos de artigos científicos e trabalhos acadêmicos, incluindo teses e dissertações. A busca por bases bibliográficas focou em periódicos nacionais e internacionais, com recorte espacial na região Centro-Oeste. Para a coleta de artigos científicos, utilizou-se a base de dados *Dimensions* (de acesso livre), criada em 2018 pela *Digital Science*, contendo 11 milhões de publicações.

A escolha da plataforma *Dimensions* se deu por ter uma ampla cobertura de periódicos nacionais, sendo adequada para o objetivo deste estudo no âmbito da produção científica brasileira, de forte conexão com dados de instituições brasileiras, incluindo agências de fomento como Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) (SILVA; SENA; ARAÚJO, 2023), o que garante a inclusão de uma base robusta de publicações nacionais. Embora outras bases, como *Web of Science*, *Scopus* e *Google Acadêmico*, também sejam amplamente utilizadas em estudos bibliométricos, optou-se pela *Dimensions* por seu enfoque em publicações nacionais, alinhado ao propósito de identificar as tendências da pesquisa sobre erosão linear no Brasil.

Para o conjunto de dados de dissertações e teses priorizou-se aqueles disponíveis no CAPES, cuja plataforma possui em seu acervo milhares de teses e dissertações defendidas no País, abrangendo as mais diversas áreas do conhecimento e da pesquisa. Além do que essa base de dados é de livre acesso e permite pesquisas detalhadas com

filtros por autor, título, instituição e ano de defesa, facilitando a identificação de pesquisas significativas sobre todo o território nacional (FARIA; PESSOA; SILVA, 2020).

Na segunda fase, a do processamento dos dados, utilizou-se um conjunto de palavras-chave e operadores booleanos, que trabalham em conjunto para aperfeiçoar e direcionar a pesquisa de dados científicos, garantindo a alinhamento preciso com os objetivos do estudo (TAVARES; CASTRO, 2021, 2023). O conjunto de palavras-chave utilizado na plataforma *Dimensions* incluiu termos que remetem à essência do objeto de estudo e o contexto geográfico da pesquisa, além de termos representativos dos estados do Centro-Oeste brasileiro, especificamente: “soil erosion AND gully AND cerrado AND Brazil AND go AND df AND mt AND ms”, o que resultou em 48 documentos científicos relevantes, do período de 1962 a 2023. A busca foi realizada considerando todo o conteúdo dos documentos, incluindo título, resumo, palavras-chave e corpo do texto completo, quando disponível. O conjunto de dados resultante foi então exportado no formato CSV para análise e tratamento mais detalhados.

A busca no banco de dados CAPES iniciou-se com a aquisição dos dados em modelo tabela de dados referentes a teses e dissertações publicadas entre 1987 e 2022, tratados no *software Excel*. Esse documento contém informações completas de títulos, resumos, autor, data de defesa, estado de publicação, orientador (es), entre outras informações. Posteriormente, o arquivo foi submetido a uma filtragem por localização de palavras nos títulos e resumos de cada arquivo, as quais foram definidas como “erosão linear”, “voçoroca”, “ravinas”, “sulcos” e “cerrado”, ou seja, todas as publicações que continham as palavras-chave definidas em seus títulos e ou resumos, foram selecionadas. O foco na palavra “Cerrado” se justifica pelo fato de que o bioma Cerrado cobre a maior parte da região Centro-Oeste, sendo o ambiente predominante onde ocorrem os processos erosivos estudados. Além disso, também foi realizado um refinamento no local de publicação, sendo selecionados apenas documentos vinculados por programas de pós-graduação dos estados de Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Após o refinamento, foram selecionadas 8 teses e 35 dissertações.

Quanto à escolha de filtrar apenas documentos vinculados a programas de pós-graduação dos estados de Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, essa decisão foi tomada para garantir que os estudos fossem conduzidos dentro da área de interesse geográfico específica deste estudo. Embora pesquisas realizadas em outros programas de pós-graduação possam abordar processos erosivos lineares, o foco foi em publicações diretamente associadas a instituições localizadas na região Centro-Oeste, pois estas tendem a ter maior proximidade e conhecimento detalhado das condições locais, como uso do solo, práticas agropecuárias e características ambientais.

A abordagem bibliométrica foi realizada na plataforma *Biblioshiny*, uma ferramenta interativa que serve como uma interface gráfica para o pacote “*bibliometrix*” em R (*software livre*). Este pacote é amplamente reconhecido por sua capacidade de conduzir análises bibliométricas e cienciométricas profundas, permitindo aos pesquisadores extrair, processar e analisar os dados bibliográficos de forma eficiente (MOREIRA; GUIMARÃES; TSUNODA, 2020). O conjunto de dados de cada grupo (artigos e teses/dissertações) foi avaliado individualmente com o auxílio das ferramentas de análise estatística nos softwares R 4.1.3 e *Studio 4.1.3* e no *Excel (Microsoft Office 365)*.

3. Resultados e Discussão

3.1. Banco de dados *Dimensions*

No período de análise, constatou-se que a primeira publicação é datada do ano de 1962, com o trabalho de William (1962), intitulado “*South Brazil: Its vegetation, natural resources, research centers, and other economic aspects*”, que aborda de maneira ampla a vegetação e recursos naturais, incluindo menções ao processo erosivo linear em determinadas localidades. Este trabalho estabelece um ponto de partida para a temática em estudo, embora não se concentre especificamente na erosão linear.

A média de citações por documento identificada foi de aproximadamente 7,38, para um total de 128 autores distintos contribuindo para o corpo de pesquisa. Observou-se uma divisão entre trabalhos de autoria individual (19) e em grupo (28), indicando uma preferência pela colaboração entre pesquisadores na área.

A análise da distribuição temporal das publicações revela um aumento significativo nas duas últimas décadas, com 20 publicações registradas tanto na década de 2010 quanto na de 2020, revelando um interesse crescente pela temática, a partir de 2004. Especificamente, destacam-se os anos de 2005, 2011, 2014, 2017, 2020, 2021, 2022 e 2023, pelo volume de trabalhos publicados (Figura 2).



Figura 2. Produção científica anual.

A análise do conjunto de dados indica que o período de maior atividade foi entre 2004 e 2023 o que sugere uma influência direta das crescentes preocupações ambientais contemporâneas, não raro induzidas pelos eventos chuvosos excepcionais crescentes e pelas consequências da degradação do solo (Nunes e Castro, 2023). Além disso, o foco em temas críticos como conservação do solo, escassez de recursos hídricos/crise hídrica e segurança alimentar reflete uma resposta acadêmica e científica urgente às demandas por estudos sobre o uso e manejo sustentável das terras. Essa tendência na literatura científica também pode ser associada ao reconhecimento do Cerrado não apenas como o segundo maior Bioma do Brasil, mas também como uma área vital para a produção agropecuária de *commodities* e sobretudo por ser um dos principais *hotspots* de biodiversidade do mundo, abrigando uma rica variedade de espécies endêmicas e ecossistemas únicos que estão sob constante ameaça de perda de habitat e mesmo de extinção de espécies (HOGAN *et al.*, 2002; KAJEYIAMA, 2008; SILVA; MIZIARA, 2011; MITTERMEIER *et al.*, 2011; MELLO; MACHADO; NOGUEIRA, 2015).

Na análise bibliométrica concentrada em periódicos, cujos artigos estão indexados, constatou-se um total de 27 periódicos distintos. Dentre estes, apenas um publicou mais de cinco artigos em sua plataforma, evidenciando a diversidade de veículos de publicação utilizados pelos pesquisadores na disseminação de seus trabalhos. Assim, os periódicos com o maior número de publicações no conjunto de dados são: Geoderma, com um total de 11 artigos; Catena, com 5 artigos; Sociedade & Natureza e Revista Brasileira de Geografia Física com 4 artigos cada (Tabela 1).

Tabela 1. Principais periódicos que mais publicam sobre erosão linear no Centro-Oeste.

Periódico	Nº publicações
Geoderma	11
Catena	5
Revista Brasileira de Geografia Física	4
Sociedade & Natureza	4
Revista Brasileira de Geomorfologia	2
Ambiente & Sociedade	1
Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems	1
Ciência e Agrotecnologia	1

O fato da Geoderma e Catena estarem do topo da lista corrobora estudos bibliométricos anteriores (TAVARES; CASTRO, 2021; 2023), que já apontavam estas revistas como importantes para a divulgação de pesquisas relacionadas a temas específicos do meio físico-natural, incluindo a erosão hídrica linear. Tal posição ao longo do período analisado sugere que a relevância dessas revistas não apenas como meio de divulgação científica, mas também como preferência consagrada pelos pesquisadores de estudos ambientais e geociências do País.

Ademais, a *Geoderma* e *Catena* se destacam por seu escopo abrangente, que inclui temas relacionados principalmente à ciência do solo, erosão, geomorfologia e manejo sustentável da terra. A *Geoderma*, por exemplo, é um periódico internacionalmente reconhecido por publicar estudos sobre solos e processos de degradação, com foco em técnicas de manejo e recuperação. *Catena*, por sua vez, é amplamente citada em estudos de geomorfologia e processos erosivos, abordando tanto a degradação do solo quanto a recuperação ambiental, o que torna essas revistas uma escolha natural dos pesquisadores que atuam no campo de geociências.

Outros periódicos, como a *Revista Brasileira de Geografia Física* e a *Sociedade & Natureza*, possuem um escopo mais amplo, que abrange tanto estudos de geografia física quanto análises de impactos ambientais e gestão de recursos naturais, o que pode explicar sua relevância na disseminação de trabalhos relacionados à erosão linear e ao manejo do solo no contexto brasileiro.

Sabe-se que grandes periódicos como o *Earth Surface Processes and Landforms*, *Land Degradation e Geomorphology*, também são extremamente pertinentes a temática. No entanto, suas ausências nos resultados podem estar relacionadas às limitações da plataforma utilizada para a busca bibliométrica utilizada, o *Dimensions*, que não necessariamente indexa todos os periódicos internacionais.

Quanto aos autores mais relevantes em termos de produção acadêmica, considerando tanto autoria quanto coautoria, são Selma Simões de Castro, Derick Martins Borges de Moura e Wellmo dos Santos Alves, com destaque para a primeira autora citada, com quatro publicações (Figura 3). Estes pesquisadores contribuíram significativamente para a literatura científica, focando em temas relevantes para o entendimento e a gestão de ecossistemas, como os processos erosivos e o manejo sustentável de recursos naturais.

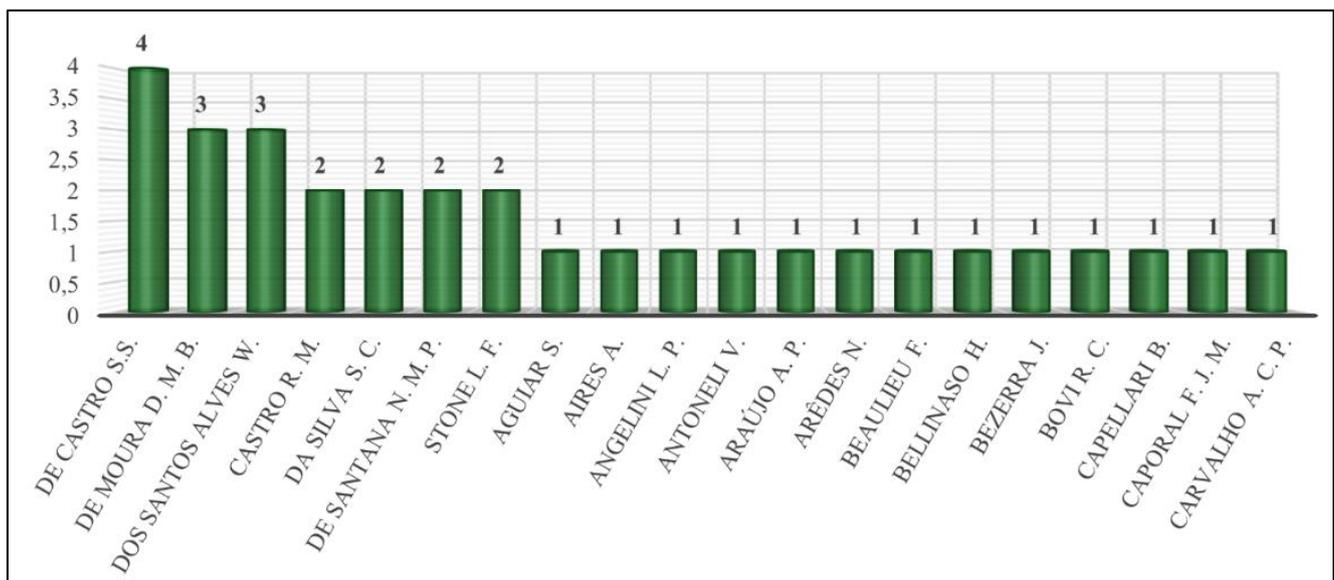


Figura 3. Autores mais relevantes – Quantidade de publicações.

Outros autores notáveis por sua contribuição incluem Silvando Carlos da Silva e Luís Fernando Stone, cada um com duas publicações. Esses pesquisadores também participam de colaborações significativas, reforçando a importância das parcerias científicas na produção de conhecimento qualificado sobre temas ambientais críticos, como o manejo e conservação do solo, a mitigação da erosão hídrica linear e os impactos da agricultura intensiva no bioma Cerrado. Esses temas envolvem a análise de práticas agrícolas e pecuárias, a degradação dos recursos hídricos e a perda de biodiversidade, que estão diretamente relacionados à sustentabilidade dos ecossistemas e à segurança alimentar na região Centro-Oeste do Brasil.

A análise bibliométrica das afiliações dos autores nos artigos aqui selecionados mostra um cenário de colaboração e produção científica significativamente diversificado, evidenciado pela participação de uma vasta gama de instituições acadêmicas e de pesquisa. A Universidade Federal de Goiás (UFG) e a Universidade de São Paulo (USP) destacam-se como as instituições mais citadas, com seis menções cada, reforçando seu papel de liderança na condução de pesquisas relevantes ao tema abordado (Figura 4). Segue-se instituições como a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e o Instituto Federal Goiano (IFG), com três menções cada, junto com a Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, com duas menções

e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), ambas com 1 menção.

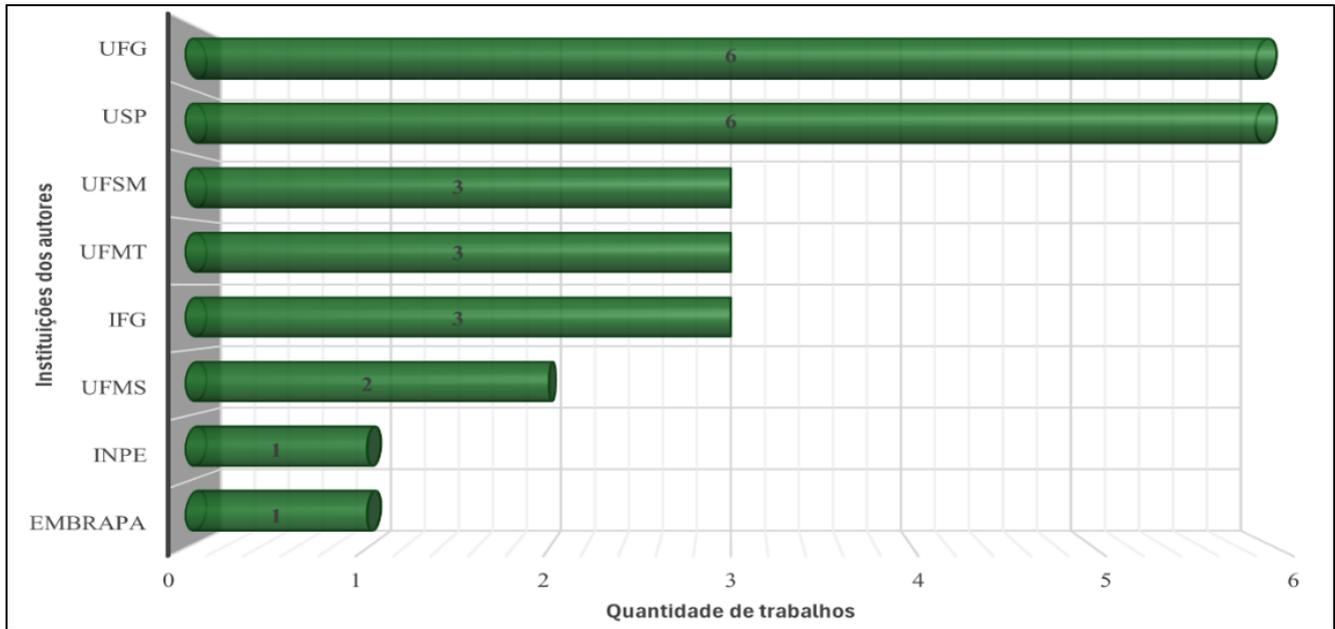


Figura 4. Afiliação dos autores.

Convém assinalar que com exceção da UFSM, as demais instituições se situam em ambientes de Cerrado e configuram uma diversidade de afiliações. A predominância de universidades federais brasileiras entre as afiliações mais mencionadas destaca a importância do investimento e do apoio à pesquisa acadêmica nacional, bem como o papel significativo que estas instituições desempenham na produção de conhecimento científico relevante para a sociedade.

Quanto às palavras-chave utilizadas nos trabalhos analisados elas foram agrupadas em *clusters* (conjuntos), indicando áreas de foco e temas recorrentes nas publicações (Figura 5). O cluster azul destaca termos relacionados a processos e características geológicas e ambientais, com “Erosion” e “Soil” como conceitos centrais, sugerindo um forte enfoque em estudos sobre erosão e suas implicações no solo. Palavras como “Cerrado”, “Study”, “Natural”, “Land”, “Management”, e “Conservation” apontam para uma abordagem integrada que engloba estudos de caso, gestão de terra e esforços de conservação.

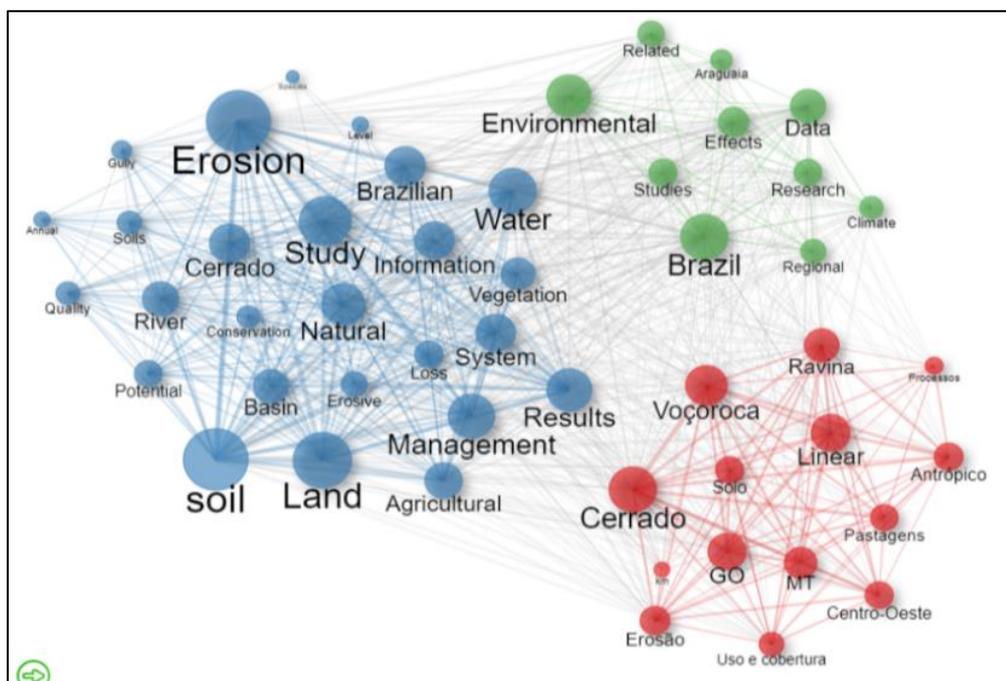


Figura 5. Ocorrência de palavras-chave.

O *cluster* verde ressalta a dimensão geográfica e climática dos estudos, com “Brazil” e “Water” sendo proeminentes, refletindo pesquisas que se concentram nos recursos hídricos do Brasil e em questões ambientais associadas. Termos como “Environmental”, “Studies”, “Data”, “Effects”, e “Research” indicam uma análise mais ampla dos impactos ambientais e a importância da coleta e análise de dados em pesquisas regionais e climáticas.

No *cluster* vermelho, “Cerrado”, aparecem novamente, reafirmando a relevância desse bioma nos estudos, juntamente com palavras como “Linear”, “Ravina”, e “Voçoroca”, que se referem especificamente a tipos de erosão hídrica linear. “Solo” e termos relacionados a localizações geográficas, como “GO” (Goiás), “MT” (Mato Grosso) e “Centro-Oeste”, sugerem um enfoque particular nos processos erosivos e no uso da terra em áreas centrais do Brasil, onde tais fenômenos são notáveis.

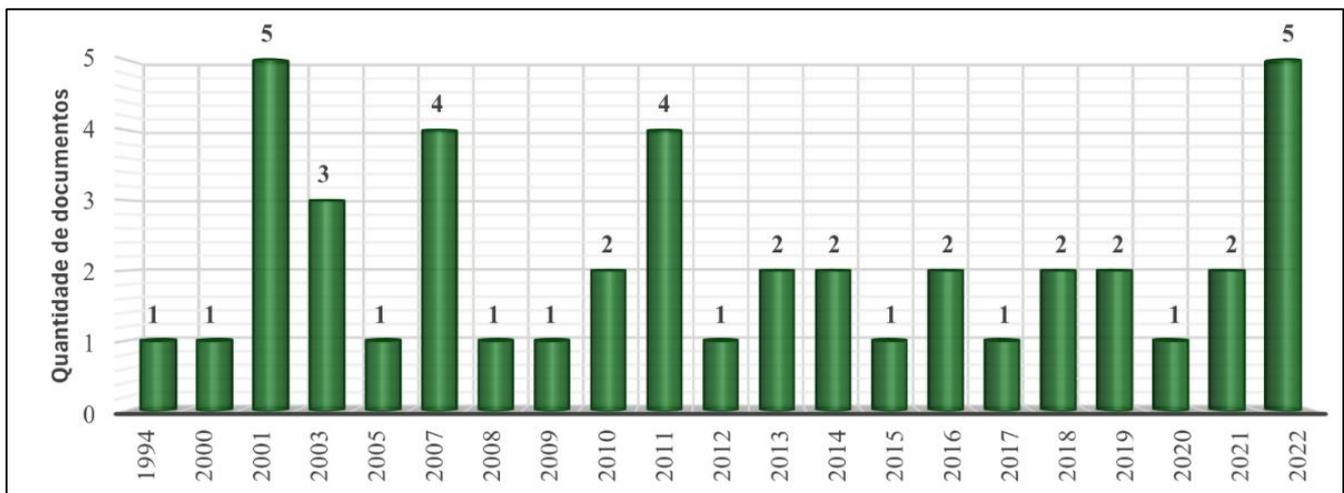
A análise das palavras-chave, visualizada pelo mapa bibliométrico, revela um panorama de pesquisa multidisciplinar que abrange desde a erosão do solo e o manejo de recursos naturais até os estudos ambientais e climáticos. A presença marcante de termos específicos de erosão, tais como “Ravina” e “Voçoroca”, juntamente com a menção de localidades específicas, indica que a pesquisa está altamente contextualizada do ponto de vista geográfico, enquanto as conexões entre palavras-chave em diferentes *clusters* mostram a interdisciplinaridade dos estudos.

3.2. Banco de dados da Capes

Foram identificados um total de 43 trabalhos desenvolvidos (1994 – 2022), distribuídos entre instituições de destaque dos estados do Centro-Oeste do País. A análise quantitativa dessas publicações ao longo do tempo mostra um padrão de flutuação no interesse pelo estudo da erosão linear, indicando variações na prioridade dada a este tema, embora crucial para a conservação ambiental no Brasil.

Os trabalhos acadêmicos estão distribuídos ao longo de vários anos e a maioria deles são as dissertações, totalizando 35, enquanto 8 são teses, indicando um maior foco da temática em pesquisas de mestrado. Essa diferença pode estar relacionada à natureza das dissertações de mestrado, que costumam ter um prazo mais curto de desenvolvimento e uma abordagem mais focada e específica. Em contraste, as teses de doutorado exigem maior profundidade e um escopo mais abrangente, o que pode limitar a produção acadêmica sobre esse tema em nível de doutorado.

Ademais, a diferença na quantidade de dissertações em comparação às teses pode refletir a estrutura dos programas de pós-graduação das instituições da região, que podem oferecer mais vagas e recursos para programas de mestrado do que para doutorado. Também é possível que o estudo da erosão hídrica linear seja considerado um tema adequado para abordagens mais específicas e pontuais, características de dissertações de mestrado, enquanto estudos de doutorado tendem a exigir uma abordagem mais ampla, mas complexa e aprofundada do fenômeno. As teses estão distribuídas nos anos de 2003 (1), 2010 (2), 2011 (1), 2013 (1), 2015 (1), 2020 (1) e 2021 (1). Os anos de 2001 e 2022 contêm o maior número de trabalhos, com 5 publicações cada (Figura 6).

**Figura 6.** Distribuição temporal das publicações por ano.

A maior parte dos estudos está concentrada em Goiás (GO), com 21 trabalhos distribuídos entre a Universidade Federal de Goiás (UFG), Universidade Estadual de Goiás (UEG) e Universidade Federal de Jataí (UFJ) seguida por Mato Grosso (MT) com 14 trabalhos correspondentes a Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) e Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT), o Distrito Federal (DF) com 4 trabalhos de uma única instituição, a Universidade de Brasília (UNB), e Mato Grosso do Sul (MS) com 4 trabalhos em duas universidades, a Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS) e Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) (Figura 7). A análise da distribuição geográfica das publicações revela como as diferentes áreas de estudo contribuíram para o conjunto de dados.

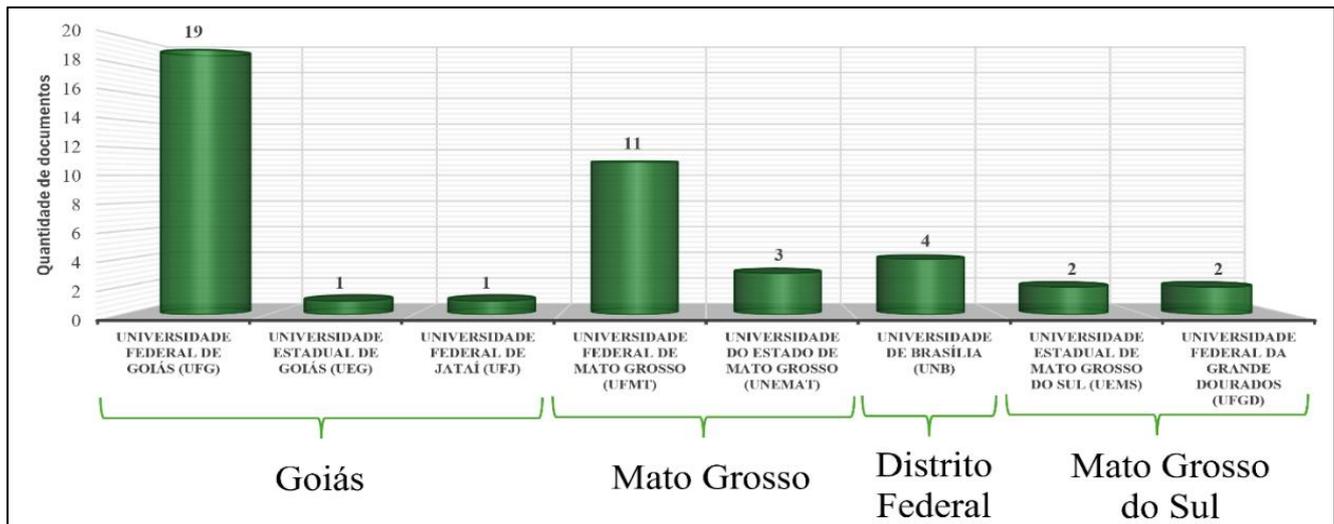


Figura 7. Distribuição estadual das publicações entre 1994 e 2020.

Goiás se destaca com um total de 21 trabalhos, evidenciando seu papel central na pesquisa acadêmica sobre a erosão linear. Tal foco pode ser atribuído às distintas características da região, que atraem interesse acadêmico devido às nuances ambientais, sociais e econômicas, ligadas à relevância das atividades agrícolas e pecuárias e seus impactos ambientais. Nesse estado, os estudos se concentram predominantemente em três áreas temáticas: 1) análises metodológicas e contextos ambientais relacionados ao fenômeno; 2) desenvolvimento de técnicas de mitigação para atenuar problemas de *piping* e preservação do solo; e 3) práticas de gestão do solo que influenciam a conservação ambiental.

As temáticas desses trabalhos abrangem desde a distribuição da erosão hídrica linear e seus principais condicionantes (SANTANA, 2007; NUNES, 2011, 2015; RODRIGUES, 2020), até a gestão do solo, conservação ambiental e implementação de estratégias corretivas para reduzir impactos ecológicos adversos. Predomina uma inclinação para estudos aplicados, voltados à sustentabilidade e às técnicas agrícolas. Em grande parte, esses trabalhos têm coautores como Selma Simões de Castro e Vlândia Correchel.

Mato Grosso contribui com 14 publicações, destacando a importância da região como centro de interesse devido à diversidade de ecossistemas e significativa atividade agrícola que impulsionam a pesquisa (PASCOTTO *et al.*, 2022). Os estudos focam em análises de sub-bacias hidrográficas e ecossistemas aquáticos; avaliações de solos afetados, incluindo sua composição, uso e manejo; e abordagens sobre conservação e proteção de recursos naturais. Autores como Elder de Lucena Madruga, Joaquim Corrêa Ribeiro e Lineu Petersen Fett trazem contribuições que variam desde o entendimento de processos ecológicos e conservação da biodiversidade até práticas de manejo agrícola e estudos geográficos, visando a espacialização do fenômeno e dos fatores causais. Seus trabalhos refletem uma preocupação com o uso sustentável dos recursos naturais da região.

Mato Grosso do Sul, com 4 publicações, apresenta foco concentrado em temas relacionados ao manejo ambiental e conservação. Os principais tópicos de estudo abordam: o impacto da cobertura vegetal e o uso de dados simulados para modelagem ambiental; as dinâmicas de perdas de solo e água e seus efeitos na erosão; e a gestão de escoamento de sedimentos e suas implicações para a conservação do solo. Pesquisadores como Claudia Gonçalves Vianna Bacchi e Pedro Luiz Nagel contribuem de maneira significativa com trabalhos importantes sobre

a conservação da biodiversidade, estratégias de mitigação da erosão e sustentabilidade dos recursos hídricos. Suas abordagens refletem uma integração de ciências ambientais e agronomia enfatizando as práticas de manejo visando a preservação dos ecossistemas únicos do Mato Grosso do Sul, como o Pantanal.

No Distrito Federal, 4 publicações destacam o papel da região como um campo para estudos urbanos e ambientais, certamente impulsionados pela sua importância política como capital federal e pela presença de áreas/unidades de conservação. Os tópicos predominantes incluem: estudos geotécnicos e análises de fluxo de água; pesquisas focadas na caracterização do solo e avaliação de processos erosivos; e a influência de fatores ambientais nos solos urbanos e rurais. Entre os autores relevantes estão Diogenes Mortari e Leonardo Figueiredo de Freitas, cujos trabalhos contribuem para a compreensão dos desafios ambientais enfrentados pelo Distrito Federal, abordando desde a estabilidade do solo até as implicações da erosão em áreas urbanizadas. Essas pesquisas são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias de gestão territorial e conservação do solo na capital do País, refletindo uma abordagem multidisciplinar que integra ciência ambiental, urbanismo e geotecnia.

Quanto às palavras-chave mais frequentes, as palavras “Erosão”, “Ravinas” e “Voçorocas” lideram o *ranking* (Tabela 2). Isto sugere foco significativo em estudos sobre processos erosivos e seus impactos. Associam-se outras palavras-chave como “Compartimentação Morfopedológica”, “Uso do solo” e “Erodibilidade”.

As palavras-chave revelam concentração na palavra “Erosão” com 10 ocorrências, indicando a preocupação marcante dos trabalhos com os processos de degradação do solo, seus condicionantes e consequências ambientais, enfatizando a erosão como primordial em estudos ambientais e agrônômicos e destacando a necessidade de desenvolver métodos para mitigação

Tabela 2. Palavras-Chave frequentes.

Palavra-chave	Quantidade de Ocorrências
Erosão	10
Voçorocas	7
Uso do solo	7
Ravinas	6
Medidas Corretivas	6
Erodibilidade	4
Compartimentação Morfopedológica	3
Precipitação Pluvial	2
Fragilidade Ambiental	2
<i>Sandy Soil</i>	2

Com 7 ocorrências cada, “Voçorocas” e “Uso do Solo” destacam a importância de investigar formas intensas de erosão e o impacto das práticas de uso do solo na sustentabilidade ambiental. “Ravinas” e “Medidas Corretivas”, com 6 menções cada, que apontam para o interesse em formas específicas de erosão e estratégias de remediação. “Erodibilidade”, mencionada 4 vezes, reflete o interesse na suscetibilidade do solo à erosão. A “Compartimentação Morfopedológica”, citada 3 vezes, indica uma análise da configuração geoespacial do terreno favorável ou não ao fenômeno erosivo. “Precipitação Pluvial”, “Fragilidade Ambiental” e “*Sandy Soil*”, com 2 ocorrências cada, apontam interesses em efeitos das chuvas, sensibilidade dos ecossistemas e solos arenosos, este reconhecidamente de elevada erodibilidade.

3.2. Tendências gerais de pesquisa

Os dados apresentados a seguir resumem várias dimensões dos estudos sobre erosão linear na região Centro-Oeste, envolvendo em conjunto os artigos, teses e dissertações trabalhados na análise bibliométrica anteriormente executada. A partir da junção desses dados foi possível visualizar tendências gerais das pesquisas sobre a temática e também demonstrar os caminhos que estão sendo percorridos para estudar esse fenômeno; os tipos de estudos principais, variedade escalar empregada, dentre outros. Cada trabalho foi revisado individualmente, e informações-chave sobre a abordagem metodológica, os tópicos de pesquisa e a área de estudo foram extraídas e agrupadas. Esse processo garantiu uma análise detalhada das tendências de pesquisa, conforme ilustrado na Figura 8.

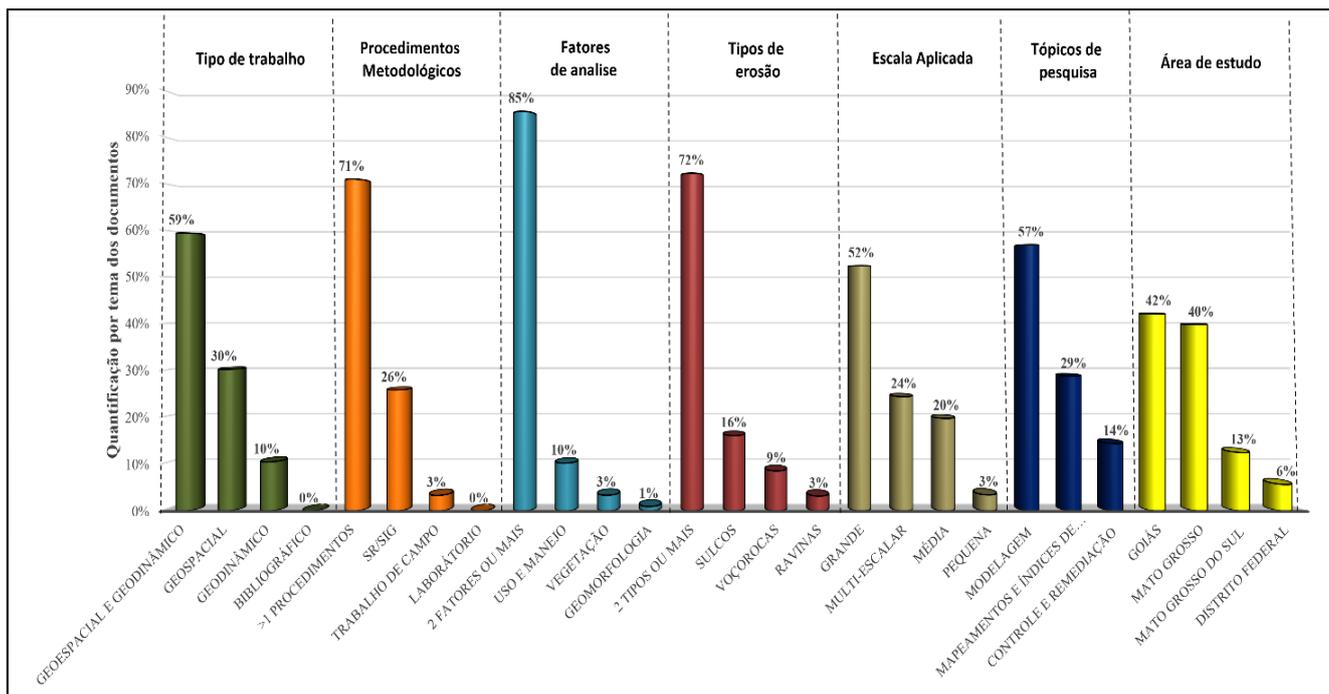


Figura 8. Quantificação por tema dos documentos.

Os estudos foram classificados em quatro categorias principais: geoespacial (31%), geodinâmico (10%), geoespacial e geodinâmico (59%) e bibliográfico (0%). Estudos geoespaciais envolvem análises de dados espaciais, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, com ênfase sobretudo em mapeamentos de áreas suscetíveis e de risco. Os geodinâmicos focam a dinâmica dos processos erosivos, considerando fatores como comportamento dos fluxos hídricos resultantes da interação entre solo, relevo, água e vegetação. Não houve estudos exclusivamente bibliográficos, indicando uma preferência por abordagens empíricas e práticas, combinando análises espaciais e dinâmicas dos processos erosivos. É importante reconhecer que a ausência de estudos exclusivamente bibliográficos neste levantamento resulta da delimitação dos tipos de documentos considerados na pesquisa, embora possa se reconhecer a relevância de estudos de revisão bibliográfica e bibliometria para a compreensão do panorama geral da pesquisa científica sobre erosão linear.

Quanto aos procedimentos metodológicos, 26% dos estudos utilizaram sensoriamento remoto e geoprocessamento, 3% envolveram trabalho de campo e 71% combinaram múltiplos procedimentos. A combinação de várias abordagens metodológicas sugere uma tendência para pesquisas multidisciplinares, aplicando diversas técnicas para obter resultados robustos e abrangentes. Entre os procedimentos mais utilizados estão a análise de imagens de satélite, modelagem hidrológica, uso de sistemas de informação geográfica (SIG), classificação supervisionada de uso e cobertura do solo e medições de campo para coleta de dados sobre características do solo, escoamento superficial e vegetação. Pode-se constatar que a combinação de dois ou mais desses métodos permitem uma avaliação integrada das dinâmicas erosivas e suas interações com o meio físico e as atividades humanas.

Os fatores analisados foram variados: 3% dos estudos focaram na vegetação, 10% no uso e manejo do solo, 2% na geomorfologia e 85% analisaram múltiplos fatores simultaneamente. Esta integração é defendida como fundamental para entender a complexidade do fenômeno erosivo, que envolve múltiplos fatores simultâneos, como uso e manejo do solo, cobertura vegetal, geomorfologia, características do solo e regime hídrico.

Nos trabalhos admite-se que o conhecimento geomorfológico contribui para a compreensão das formas do relevo e dos processos erosivos, permitindo identificar áreas de maior susceptibilidade à erosão. Já o hidrológico como essencial para analisar o comportamento dos fluxos de água e seu impacto na remoção de solo, especialmente em períodos de chuvas intensas. O pedológico, por sua vez, trata das características dos solos, como textura, composição e permeabilidade, por que influenciam a resistência do solo à erosão. O conhecimento agrônomo, especialmente no que se refere ao uso e manejo do solo, porque é fundamental para entender como as práticas agrícolas, como plantio, colheita e compactação do solo, podem aumentar ou mitigar o risco de erosão.

A predominância de estudos multifatoriais (85%) reflete essa complexidade, demonstrando a interconexão entre os elementos ambientais e de manejo. Esses estudos frequentemente integram, por exemplo, a análise da

cobertura do solo com a dinâmica da água no escoamento superficial, a relação entre diferentes tipos de vegetação e sua influência na redução da erosão, além do impacto das atividades agropecuárias e da mecanização sobre a estabilidade do solo. Fica evidente que essa abordagem multidisciplinar possibilita uma visão mais completa dos processos erosivos, facilitando o desenvolvimento de estratégias eficazes para a prevenção e mitigação da erosão hídrica linear.

Os tipos de erosão estudados incluíram sulcos (16%), ravinas (3%), voçorocas (9%) e combinações de dois ou mais tipos (72%). A maioria dos estudos abordou múltiplos tipos de erosão, destacando a necessidade de abordagens integradas para a compreensão completa do fenômeno. Já em relação às escalas aplicadas, 52% dos estudos utilizaram escalas grandes (locais, de 1:10.000 a 1:50.000), 21% usaram escalas intermediárias ou médias (municipais e estaduais, de 1:50.000 a 1:250.000), 3% aplicaram escalas pequenas (nacionais de menor detalhamento, acima de 1:250.000) e 24% integraram múltiplas escalas de análise. Portanto as escalas locais seguidas das médias e as abordagens multiescalares se destacam. Nesse sentido, as escalas grandes permitem um entendimento detalhado dos processos erosivos em áreas específicas, enquanto as escalas intermediárias e pequenas cobrem áreas maiores como as sub-regionais e regionais. A abordagem multiescalar, que integra diferentes escalas de análise, possibilita uma visão mais completa dos processos erosivos, considerando a variabilidade espacial em diferentes regiões e níveis de detalhe.

Os estudos sobre erosão linear na região Centro-Oeste do Brasil abordaram principalmente três tópicos de pesquisa: modelagem (57%), controle e remediação (14%) e mapeamentos e índices de previsão (29%). Em termos de distribuição geográfica, as pesquisas se concentraram em Goiás (43%) e Mato Grosso (40%), seguidos, com razoável distância, por Mato Grosso do Sul (13%) e o Distrito Federal (6%).

A análise dos resultados e documentos oferece uma perspectiva abrangente das tendências atuais em pesquisas sobre erosão linear no Centro-Oeste brasileiro. O foco principal dos estudos mostra uma tendência crescente em práticas sustentáveis de manejo do solo, evidenciada por trabalhos recentes (SCHIAVON *et al.*, 2015; SOUSA *et al.*, 2019, por exemplo), refletindo uma mudança padronizada na gestão agrícola e ambiental, visando a sustentabilidade geográfica, de acordo com o proposto por Sachs (2009). Estratégias como a agricultura conservacionista ou agroecológica e sustentável, sistemas agroflorestais e a restauração de paisagens degradadas são algumas das soluções mencionadas pelos autores, com o intuito de promover o combate à erosão linear, sobretudo preventivo, bem como a melhoria da saúde do solo, o aumento da biodiversidade e a contribuição para a resiliência climática (GOMES *et al.*, 2019; SCHIAVON *et al.*, 2015).

Convém esclarecer que a sustentabilidade geográfica proposta por Sachs (2009), é entendida como uma abordagem holística que considera o equilíbrio entre as dimensões ambiental, social e econômica em uma área específica, seja estado, município, região ou bacia hidrográfica. Seu objetivo é garantir o bem-estar tanto das gerações presentes quanto das futuras, promovendo um desenvolvimento que não comprometa a capacidade das gerações vindouras de atender às suas próprias necessidades.

Esse conceito é amplamente refletido em diversos estudos, como o de Petsch *et al.* (2022), que avaliam a relação entre uso do solo, sazonalidade das chuvas e erosão, destacando a importância do planejamento do uso e manejo do solo para mitigar processos erosivos. Alves *et al.* (2021) e Gomes *et al.* (2019) focam nos impactos das mudanças no uso do solo e práticas de manejo inadequadas como causas. Gouveia *et al.* (2022) ressaltam a importância do gerenciamento integrado da terra e da água na dinâmica entre uso do solo e qualidade da água, apontando para práticas sustentáveis. Nesse contexto, Wantzen (2006) e Gutierrez *et al.* (2023) abordam a conservação dos vales fluviais e o monitoramento de voçorocas, evidenciando as severas consequências da erosão e destacando a necessidade de estratégias eficazes de prevenção e mitigação.

Por sua vez, a abordagem multifatorial é complementada por trabalhos focados na recuperação florestal e reabilitação de áreas afetadas por voçorocas, utilizando plantas nativas do bioma Cerrado (ALVES *et al.*, 2016; MARCELO; PAIXÃO; RAMOS, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2020; SOUZA; FELFILI, 2006). A análise das escalas de estudo em pesquisas sobre erosão linear no Centro-Oeste do Brasil revela uma abordagem multiescalar e interdisciplinar na compreensão do processo erosivo hídrico linear. A preferência por escalas cartográficas grandes (locais ou de detalhe) reflete a necessidade de entender os processos erosivos em um nível mais detalhado, essencial para capturar a complexidade e variabilidade dos processos erosivos hídricos lineares o que permite identificar os condicionantes específicos e a dinâmica única de cada área estudada, considerando desde a composição e atributos do solo, topografia e vegetação até o impacto das atividades humanas. Esse enfoque é corroborado por trabalhos como o de Thaler *et al.* (2022), no qual os autores ressaltam a importância de escalas maiores para compreender as

implicações socioeconômicas da erosão. Estudos em escala de detalhe, como o realizado por Gomes *et al.* (2021), são fundamentais para analisar a mecânica detalhada da erosão linear. Trata-se de estudos cruciais para o desenvolvimento de técnicas de manejo adaptadas às condições locais e para testar e refinar modelos de erosão.

A abordagem em escala média, adotada por pesquisas como Alves *et al.* (2022) e Gouveia *et al.* (2022), foca bacias hidrográficas inteiras ou regiões específicas do Cerrado, integrando dados de diferentes locais para compreender padrões de erosão e sedimentação, impactos sobre recursos hídricos e interações com uso do solo e mudanças na cobertura vegetal. Em escala média a pequena (macrorregional, nacional), os estudos estão focados em modelos ambientais como o aplicado por Gomes *et al.* (2021), que envolve modelagem climática e análises globais de uso do solo visando antecipar mudanças futuras e seus impactos na erosão e avaliando como os as mudanças climáticas e as transformações socioeconômicas influenciarão os padrões de erosão no Centro-Oeste.

As abordagens multiescalares, como destacado por Ofstehage e Nehring (2021) e enfatizado por Rodrigues e Castro (2023), refletem o reconhecimento de que os processos erosivos são influenciados por fatores operando em múltiplas escalas e simultaneamente. Essas abordagens são particularmente eficazes para integrar conhecimento local específico com padrões regionais e tendências globais, oferecendo uma compreensão mais completa dos desafios enfrentados e das potenciais soluções. A adoção de abordagens multiescalares tem se intensificado na análise de variados objetos de estudo, tornando-se particularmente valiosa no contexto da erosão linear. Impulsionada pela evolução dos modelos computacionais e ambientais, essa estratégia viabiliza resultados cada vez mais precisos e abrangentes.

Os principais focos de pesquisa, englobando modelagem, mapeamento e índices de previsão, além de controle e remediação, indicam uma clara direção para a prevenção e mitigação da erosão. Isto corrobora as afirmações dos trabalhos como o de Vanmaercke *et al.* (2021), que enfatizam a modelagem como uma ferramenta crucial para prever e gerenciar os impactos da erosão no longo prazo, e de Lal (1998), que realça a importância do controle e da remediação para melhorar a resiliência dos solos e mitigar os efeitos da degradação do solo.

Metodologicamente, o avanço no uso de geotecnologias, como sensoriamento remoto, modelagem geoespacial e geoprocessamento, tem marcado as pesquisas recentes sobre erosão linear no Centro-Oeste brasileiro. Tais ferramentas são inovadoras por permitirem o mapeamento preciso, a modelagem dinâmica e a previsão dos processos erosivos com alta resolução temporal e espacial, contribuindo para transformar radicalmente a maneira de estudar e compreender a erosão do solo, sobretudo em termos geoambientais (LIMA, 2014; PISANI, DEMARCHI; RIEDEL, 2020). A ênfase em métodos geoespaciais (mapeamentos) e geodinâmicos (processos e mecanismos) sugere que a modelagem da dinâmica da paisagem afetada ou afetável é uma preocupação central para os pesquisadores. Estudos de Lima (2014) e Pisani, Demarchi e Riedel (2020) destacaram a importância do sensoriamento remoto para compreender as mudanças no uso do solo e seus efeitos na erosão. A prevalência de múltiplos procedimentos metodológicos e análise *multiproxy* reforça essa tendência, mostrando que a complexidade da erosão linear demanda um conjunto robusto de ferramentas analíticas para ser devidamente investigada, compreendida e controlada.

Estudos como o de Castro *et al.* (2022) utilizam intensivamente geotecnologias, incluindo sensoriamento remoto e Sistemas de Informações Geográficas (SIG), para mapear e estimar fatores da Equação Universal de Perda de Solo (*USLE*) e avaliar a relação entre a erosão potencial e a real. Essa capacidade de integrar dados de diversas fontes e escalas destaca a importância dessas tecnologias para o monitoramento ambiental e o planejamento de uso do solo, mostrando como a erosividade da chuva, a erodibilidade do solo, fatores topográficos, uso e manejo do solo e práticas de suporte contribuem para as perdas de solo. Da mesma forma, Alves *et al.* (2022) usaram extensivamente geotecnologias para modelar a erosão do solo. Wantzen *et al.* (2006) aplicaram geotecnologias, como a interpretação de imagens de satélite (*Landsat-7*), para mapear córregos e áreas afetadas pela erosão linear. Gutierrez *et al.* (2023) mencionam o uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) para registrar fotograficamente e identificar áreas de voçorocamento, demonstrando a aplicabilidade de geotecnologias modernas no monitoramento e avaliação dos processos erosivos.

Pilatti *et al.* (2022) exemplificaram o uso efetivo de geotecnologias para análise morfométrica e mapeamento do uso do solo, ressaltando a necessidade de alinhar ações antrópicas com práticas de conservação do solo para mitigar impactos negativos. Rodrigues e Castro (2023) utilizaram técnicas de sensoriamento remoto e imagens de satélite de alta resolução espacial para o mapeamento dos focos erosivos lineares, e Pereira (2021) empregou geotecnologias para mapear voçorocas, avaliar o uso do solo e identificar áreas suscetíveis à erosão.

A análise multifatorial, cada vez mais adotada, que incorpora grande parte das informações derivadas das geotecnologias, permite a consideração de diversos fatores de maneira integrada. O uso e manejo do solo, vegetação e geomorfologia refletem uma abordagem sistêmica sobre a erosão do solo, alinhada com a literatura que reconhece a interação entre fatores bióticos e abióticos na determinação de taxas de erosão (BOARDMAN, 2006; ELHAG *et al.*, 2023).

Por outro lado, ao analisar em específico o objeto de estudo, a erosão, a combinação de mais de um tipo de erosão linear, predominantemente as ravinas e voçorocas, sugere um esforço para compreender a erosão em seus diversos contextos, abordagem essa também recomendada por Poesen e Hooke (1997), Singh, Barman e Tirkey (2021) e Alberico *et al.* (2022), para entender a variabilidade espacial e temporal da erosão do solo.

A distribuição geográfica dos estudos com foco maior em Goiás e Mato Grosso está vinculada à extensa atividade agrícola nessas áreas e ao desafio de conciliar o uso intensivo do solo para a produção de alimentos, fibras e combustíveis com a conservação do solo e da água. As pesquisas nestes estados podem estar respondendo aos desafios impostos pela intensificação do uso agrícola, causada pela chegada da fronteira agrícola e seu avanço rumo ao centro norte do Bioma, e pela necessidade de práticas sustentáveis de uso do solo, como evidenciado nas discussões levantadas por autores como Motta Silva e Loureiro (2021) e Russell-Smith *et al.* (2021), que exploram o manejo sustentável de terras no Cerrado para combater a erosão.

A menor proporção de estudos no Distrito Federal, sobretudo urbanos, e em Mato Grosso do Sul, rurais, pode sugerir que essas regiões enfrentam a erosão linear com menor intensidade ou que outras prioridades de pesquisa estão sendo abordadas. No entanto, levando em consideração os programas de pós-graduação e as instituições de ensino presentes nessas regiões, é possível que a menor quantidade de estudos também esteja relacionada à menor disponibilidade de programas acadêmicos especializados em geociências e áreas afins, além de possíveis limitações de financiamento para projetos de pesquisa. Além disso, a logística para conduzir estudos de campo em áreas mais remotas, bem como a menor dimensão territorial do Distrito Federal, podem representar outros desafios. A distribuição de remanescentes do bioma Cerrado nessas áreas também pode influenciar a quantidade de pesquisas focadas em erosão hídrica linear, já que áreas mais preservadas ou com menor intensidade de uso agrícola tendem a apresentar menores índices de degradação, o que pode reduzir a prioridade de estudos sobre o tema.

Também é importante considerar a heterogeneidade dentro do Bioma Cerrado, com suas diferentes fitofisionomias e sub-regiões enfrentando desafios distintos. Nunes e Castro (2021) discutem as variações na degradação do solo em diferentes fitofisionomias do Cerrado e destacam os impactos dos processos erosivos hídricos lineares no sudoeste de Goiás, uma área de intensa atividade agrícola. Nesse contexto, "sub-regiões" refere-se às divisões dentro do Cerrado portadoras de características ambientais e geográficas únicas, que influenciam diretamente os processos de erosão e o foco das pesquisas.

A complexidade dos processos erosivos e seus múltiplos fatores desencadeantes, como mudanças no uso do solo, práticas agrícolas inadequadas e eventos climáticos extremos, requerem uma abordagem interdisciplinar. Assim, pesquisas recentes no Cerrado do Centro-Oeste têm promovido a colaboração entre geólogos, agrônomos, biólogos, geógrafos, ecologistas e cientistas sociais, entre outros, para desenvolver estratégias integradas de mitigação que considerem aspectos ecológicos, econômicos e sociais (MARTINS *et al.*, 2023; SANTOS *et al.*, 2021).

Em síntese, a erosão linear no Centro-Oeste é um objeto de pesquisa multidisciplinar, impulsionado pela necessidade de entender processos complexos e multifatoriais em escalas relevantes para a sustentabilidade ambiental e a gestão agrícola. As tendências destacadas pelos dados refletem um campo de estudo que está se adaptando a novas tecnologias e abordagens integradas para enfrentar desafios ambientais contemporâneos, com um foco claro na modelagem preditiva e na aplicação de práticas de manejo que visam a sustentabilidade em longo prazo.

5. Conclusões

Neste artigo foi apresentado um panorama da produção científica sobre erosão hídrica linear na região Centro-Oeste, por meio da análise de 91 documentos, sendo 48 artigos extraídos da plataforma *Dimensions* e 43 dissertações e teses da base de dados da Capes. Todos os documentos foram submetidos à análise bibliométrica, o que permitiu mapear as principais tendências e padrões de pesquisa sobre o tema. Os resultados oferecem uma visão abrangente do desenvolvimento histórico e das abordagens metodológicas utilizadas nos estudos, além de destacar as áreas de maior concentração de publicações e os tópicos de maior relevância. Este panorama contribui

para um melhor entendimento das lacunas de pesquisa e das principais abordagens adotadas, fornecendo uma base para futuras investigações na área de erosão linear.

Os resultados apresentados e discutidos destacam um aumento na produção acadêmica recente, enfatizando uma abordagem multi e interdisciplinar que integra conhecimento geomorfológico, hidrológico, pedológico e agrônomo (de uso e manejo do solo) e também uma análise multiescalar, com predomínio das escalas de detalhe. A análise bibliométrica ressalta a necessidade urgente de abordar os desafios representados pela erosão linear do solo da região Centro-Oeste brasileira.

A concentração de pesquisas nos estados de Goiás e Mato Grosso reflete as preocupações ambientais acentuadas associadas à atividade agrícola intensiva, caracterizada pela chegada e avanço da fronteira agrícola desde os anos 70 do século passado, com práticas de desmatamento intensivo e indiscriminado seguido de conversão pecuária e agrícola. Enquanto isso, estudos quantitativamente menores, como os realizados no Distrito Federal e Mato Grosso do Sul, sugerem variações regionais nas prioridades de pesquisa ou na intensidade dos fenômenos de erosão, ainda a esclarecer.

A ferramenta bibliométrica utilizada, o *Biblioshiny*, provou ser eficaz para entender as tendências, temas e redes colaborativas dentro deste campo de estudo. Nesse sentido, os documentos extraídos dos bancos de dados não apenas quantificaram as contribuições acadêmicas, mas também permitiram demonstrar a evolução da pesquisa focada no manejo sustentável dos recursos do solo do Cerrado.

Em suma, a trajetória da pesquisa sobre erosão linear na região Centro-Oeste do País está cada vez mais voltada para o desenvolvimento de soluções práticas e estratégias de manejo que possam ser aplicadas na região. Para tal, a interdisciplinaridade dos estudos e a adoção de tecnologias avançadas são fundamentais para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos, com um foco claro na modelagem preditiva e na implementação de práticas sustentáveis de manejo de terras para a sustentabilidade a longo prazo

Contribuições dos Autores: concepção, TAVARES, K. R. S., CASTRO, S. S.; metodologia, TAVARES, K. R. S.; software, TAVARES, K. R. S.; validação, TAVARES, K. R. S.; análise forma, TAVARES, K. R. S., CASTRO, S. S.; redação do artigo, TAVARES, K. R. S., CASTRO, S. S.; revisão, TAVARES, K. R. S., CASTRO, S. S.; supervisão, CASTRO, S. S. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Agradecimentos: Agradecimento ao apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de doutorado – Número do processo: 2022/12891-6.

Conflito de Interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Referências

1. ALBERICO, I.; CASALBORE, D.; PELOSI, N.; TONIELLI, R.; CALIDONNA, C.; DOMINICI, R.; DE ROSA, R. Remote Sensing and Field Survey Data Integration to Investigate on the Evolution of the Coastal Area: The Case Study of Bagnara Calabra (Southern Italy). *Remote Sensing*, vol. 14, n° 10, 2022. DOI: 10.3390/rs14102459.
2. ALVES, D. DE S., SILVA, M. M. DE S., SILVA, J. M. DOS S., SKRAPEC, M. V. C., SILVA, D. F. DOS S., DE QUEIROZ, D. B., CARDOSO, M. V. DE O. A Importância das Medidas de Mitigação e Adaptação Frente às Mudanças Climáticas na Agropecuária Brasileira. *Brazilian Journal of Development*, 7(11), 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n11-460.
3. ALVES, L. R.; OLIVEIRA, R. J. de; COIMBRA, R. R.; FERREIRA, W. de M. Crescimento Inicial De *Parkia Platycephala* (Benth.) E *Enterobium Timbouva* (Mart.) Sob Condições De Campo Numa Área De Cerrado. *Revista Ceres*, 2016. DOI: 10.1590/0034-737x201663020006.
4. ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: an R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. DOI: 10.1016/j.joi.2017.08.007.
5. BIBLIOMETRIX.ORG. Disponível em: <https://www.bibliometrix.org/>. Acesso em: 24 jun. 2022.
6. BARRETTO, A. G. de O. P.; BARROS, M. G. E.; SPAROVEK, G. Bibliometria, história e geografia da pesquisa Brasileira em erosão acelerada do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 32, n° 6, 2008. DOI: 10.1590/s0100-06832008000600022.
7. BATISTA, P. V. G.; DAVIES, J.; SILVA, M. L. N.; QUINTON, J. N. On the evaluation of soil erosion models: Are we doing enough? *Earth-Science Reviews*, vol. 197, 2019. DOI: 10.1016/j.earscirev.2019.102898.

8. BOARDMAN, J. Soil erosion science: Reflections on the limitations of current approaches. *Catena*, vol. 68, nº 2–3, 2006. DOI: 10.1016/j.catena.2006.03.007.
9. CASTRO, R. M., SANTOS A., W., DE OLIVEIRA M, S. M. L., DE MOURA, D. M. B., DA SILVA O. D. M. Soil losses related to land use and rainfall seasonality in a watershed in the Brazilian Cerrado. *Journal of South American Earth Sciences*, 119, 104020, 2022. DOI: 10.1016/j.jsames.2022.104020
10. DE FARIA, K. M. S.; PESSOA, M. A.; DA SILVA, E. V. Geocologia das Paisagens: uma análise cienciométrica da sua produção científica no Brasil (1990 - 2019). *Geography Department University of Sao Paulo*, vol. 41, 2021. DOI: 10.11606/eissn.2236-2878.rdg.2021.178138.
11. ELHAG, M.; BAHRAWI, J.; ZHANG, L.; EJAZ, N. Assessment and quantification of sediment retention and dam management in arid environments using remote sensing techniques. *Arabian Journal of Geosciences*, vol. 16, nº 10, 2023. DOI: 10.1007/s12517-023-11661-1.
12. GOMES, L.; SIMÕES, S.; DALLA NORA, E.; DE SOUSA-NETO, E.; FORTI, M.; OMETTO, J. Agricultural Expansion in the Brazilian Cerrado: Increased Soil and Nutrient Losses and Decreased Agricultural Productivity. *Land*, vol. 8, nº 1, p. 12, 8 jan. 2019. DOI 10.3390/land8010012. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-445X/8/1/12>.
13. GOMES, W. W. E., LEITE-FILHO, A. T., SOARES-FILHO, B. S. Simulação dos impactos das mudanças climáticas globais na evapotranspiração de referência da bacia amazônica Brazil eira. *Revista Brazil eira de Climatologia*, 28, 2021. DOI: 10.5380/rbclima.v28i0.74046.
14. GOUVEIA, R. G. L., PEREIRA, G. T., PISSARRA, T. C., VIEIRA MARTINS FILHO, M. V., SILVA, M. A. P .M., JUNIOR, R. Influência do uso e cobertura da terra na qualidade da água da bacia hidrográfica do Rio Uberabinha – MG. *Revista Geonorte*, 13(41), 2022. DOI: 10.21170/geonorte.2022.v.13.n.41.167.190.
15. GUERRA, A.; LOUREIRO, H A. S. **Erosão em Áreas Tropicais**. 1. ed. Rio de Janeiro, 2023.
16. GUTIÉRREZ, F., SEVIL, J., MIGÓN, P. Landslides in the Remolinos gypsum escarpment (NE Spain): controls imposed by stratigraphy, fluvial erosion, and interstratal salt dissolution. *Landslides*, 20(10), 2023. DOI: 10.1007/s10346-023-02090-y.
17. HOGAN, D. J.; CUNHA, J. M. C.; CARMO, R. L. **Uso do solo e mudança de sua cobertura no Central-West do Brazil : consequências demográficas, sociais e ambientais**. In: HOGAN, D. J.; HOGAN, D. J.; CARMO, R. L.; CUNHA, J. M. P.; BAENINGER, R. (org.). *Migração e ambiente no Central-West*. Campinas, NEPO/UNICAMP: PRONEX, 2002, p. 149-174.
18. KAGEYAMA, A. **Desenvolvimento Rural: Conceitos e Aplicações ao Caso Brazil eiro**. Porto Alegre: Editora da UFRGS: Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural, 112 f., 2008.
19. LAL, R. Soil erosion impact on agronomic productivity and environment quality. *Critical Reviews in Plant Sciences*, vol. 17, nº 4, 1998. DOI: 10.1016/S0735-2689(98)00363-3.
20. LIMA, T. C. **Modelagem dos vetores de mudança na paisagem no bioma Cerrado**. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais - Instituto de Geociências, 68 f., 2014.
21. MARCELO, V. G.; PAIXÃO, C. F. C. da; RAMOS, M. **Uso De Plantas Do Domínio Cerrado Com Fins Medicinais Em Urutaí, Go, Brazil . Multi-Science Journal**, 2019. DOI: 10.33837/msj.v2i1.958.
22. MARTINS, T.; FREITAS, S. R.; SEMENSATTO, D. L.; HARDT, E. A Influência Da Proximidade Com as Matas Ciliares E a Distância Das Áreas Urbanas Nos Atropelamentos De Vertebrados Em Uma Área Fragmentada Do Cerrado Brazil eiro. *Austral Ecology*, 2023. DOI: 10.1111/aec.13415.
23. MELLO, P. L. H, MACHADO R. B., NOGUEIRA C. D. C. Conserving Biogeography: Habitat Loss and Vicariant Patterns in Endemic Squamates of the Cerrado Hotspot. *PLoS ONE* 10(8): e0133995. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133995>
24. MITTERMEIER, R.A., TURNER, W.R., LARSEN, F.W., BROOKS, T.M., GASCON, C. Global Biodiversity Conservation: The Critical Role of Hotspots. In: Zachos, F., Habel, J. (eds) **Biodiversity Hotspots**. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5_1
25. MOREIRA, P. S. da C.; GUIMARÃES, A. J. R.; TSUNODA, D. F. QUAL FERRAMENTA BIBLIOMÉTRICA ESCOLHER? um estudo comparativo entre softwares. **P2P E INOVAÇÃO**, vol. 6, 2020. DOI: 10.21721/p2p.2020v6n2.p140-158.
26. MOTTA SILVA, J. G. da; LOUREIRO, A. C. NOVO SER TÃO VAZIO: avaliação da gestão do plano de manejo da APA DE POUSO ALTO, GOIAS. *Tecnologia e Ambiente*, vol. 27, 2021. DOI: 10.18616/ta.v27i0.6701.
27. NUNES, E. D. **Ensaio sobre modelagem de bacia hidrográfica no contexto dos sistemas dinâmicos - Ribeirão Lajeado - Goiânia - GO**. 2011. 134 f. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Goiás, 2011.
28. NUNES, E. D. **Modelagem de processos erosivos hídricos lineares no município de Mineiros - GO**. Programa de Pós-Graduação em Geografia Tese – Universidade Federal de Goiás, 236 f., 2015.

29. NUNES, E. D.; CASTRO, S. S. de. Análise Multiescalar Aplicada À Avaliação De Erosão Hídrica Linear Para Área Tropical Subúmida Situada Na Região Sudoeste Do Estado De Goiás - Brazil . **Revista Brasileira De Geomorfologia**, 2023. DOI: 10.20502/rbgeomorfologia.v24i00.2368.
30. NUNES, E. D.; CASTRO, S. S. Degradação de fitofisionomias do Cerrado e impactos erosivos hídricos lineares no sudoeste de Goiás – Brazil . **Sociedade & Natureza**, vol. 33, nº 1, p. 1–14, 2021.
31. OFSTEHAGE, A., NEHRING, R. No-till agriculture and the deception of sustainability in Brazil. **International Journal of Agricultural Sustainability**, 19(3–4), 2021. DOI: 10.1080/14735903.2021.1910419.
32. OLIVEIRA, A. M. E. de; WENDLING, B.; ERICSSON, D. B. de C.; XAVIER, M. A. de S.; XAVIER, A. R. E. de O. Métodos De Propagação E Fatores Que Interferem Na Germinação Das Principais Gramíneas Nativas De Cerrado. **Caderno De Ciências Agrárias**, 2020. DOI: 10.35699/2447-6218.2020.15845.
33. PASCOTTO, L., SILVA, S., MARQUES, G., SCALOPPE, L. Análise do impacto na rentabilidade de usuários e do potencial financiador da cobrança pelo uso da água subterrânea no sistema aquífero Parecis. **Revista de Gestão de Água Da América Latina**, 19(1), 2022. DOI: 10.21168/rega.v19e8.
34. PEREIRA, J. S. **Mapeamento das voçorocas e análise da susceptibilidade erosiva no município de Uberlândia, MG**. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 197 f, 2021. DOI: 10.14393/ufu.te.2021.5529.
35. PETSCH, C., SCOTI, A. A. V., DE SOUZA ROBAINA, L. E., TRENTIN, R. Controlling factors and mapping of linear erosive features in Santa Maria river watershed–RS. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 23(4), 1876-1892, 2022.
36. PILATTI, H. DA S. C., ALVES, W. D. S., OLIVEIRA, L. D., PEREIRA, M. A. B., MORAIS, W. A., DE MOURA, D. M. B. Analysis of the transition of the land use and cover: subsidy to public policies of soil use in the Brazilian Savannah. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 15(3), 2022. DOI: 10.26848/rbgf.v15.3.p1587-1609.
37. PISANI, R. J.; DEMARCHI, J. C.; RIEDEL, P. S. Simulação de cenário prospectivo de mudanças no uso e cobertura da terra na sub-bacia do Rio Capivara, Botucatu - SP, por meio de modelagem espacial dinâmica. **Revista Cerrados**, vol. 14, nº 02, 2020. DOI: 10.22238/rc24482692v14n22016p03a29.
38. POESEN, J. Challenges in gully erosion research. **Landform Analysis**, vol. 17, 2011.
39. POESEN, J. W. A.; HOOKE, J. M. Erosion, flooding and channel management in Mediterranean environments of southern Europe. **Progress in Physical Geography**, vol. 21, nº 2, 1997. DOI: 10.1177/030913339702100201.
40. RODRIGUES, H. S. M. C. **Análise geoespacial do processo erosivo hídrico linear no estado de goiás e distrito federal**. 2020. 194 f. tese – Universidade Federal de Goiás, 2020.
41. RODRIGUES, H. S. M. D. C.; CASTRO, S. S. De. Mapeamento e identificação de áreas críticas à erosão hídrica linear : o exemplo do bioma Cerrado no estado de Goiás , Brazil Mapping and identification of areas critical to linear water erosion : the case of the Cerrado Biome in the State of Goiás , Braz. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, vol. 24, p. 30, 2023.
42. RUSSELL-SMITH, J.; MOURA, L. C.; YATES, C.; BEATTY, R.; MAFOKO, J.; JOHNSTON, S. Oportunidades de Mercado para Apoiar o Manejo Sustentável do Fogo em Paisagens com Remanescentes de Cerrado (savana) Pirofíticos. **Biodiversidade Brasileira - BioBrazil** , nº 2, 2021. DOI: 10.37002/bioBrazil .v11i2.1725.
43. SANTANA, N. M. P. **Chuva, erodibilidade, uso das terras e erosão hídrica na Alta Bacia do Rio Araguaia**. 2007. 162 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Goiás, 2007.
44. SANTOS, S. A. D. dos; MOMM, S.; TRAVASSOS, L.; FERNANDES, B. de S. As Áreas Protegidas Do Sistema Produtor Do Alto Tietê: A Governança E O Planejamento Em Cenários De Mudanças Climáticas. **Revista De Gestão Social E Ambiental**, 2021. DOI: 10.24857/rgsa.v15.2794.
45. SCHIAVON, G. de A.; LIMA, A. C. R. de; SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E.; SCHUBERT, R. N.; PEREIRA, C. V. O Conhecimento Local Sobre a Fauna Edáfica E Suas Relações Com O Solo Em Agroecossistema Familiar De Base Ecológica: Um Estudo De Caso. **Ciência Rural**, 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20121185.
46. SELLAMI, M. H.; TERRIBILE, F. Research Evolution on the Impact of Agronomic Practices on Soil Health from 1996 to 2021: A Bibliometric Analysis. **Soil Systems**, vol. 7, nº 3, 2023. DOI: 10.3390/soilsystems7030078.
47. SILVA, Z. C. G. da; SENA, P. M. B.; ARAUJO, R. F. de. A pesquisa sobre Ecossistema de Inovação: uma análise bibliométrica na base Dimensions. 2023. [S. l.: s. n.], 2023. DOI: 10.22477/vi.widat.49.
48. SILVA, A. A., MIZIARA, F. Avanço do setor sucroalcooleiro e expansão da fronteira agrícola em Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 41, 399-407, 2011.
49. SINGH, W. R.; BARMAN, S.; TIRKEY, G. Morphometric analysis and watershed prioritization in relation to soil erosion in Dudhnai Watershed. **Applied Water Science**, vol. 11, nº 9, 2021. DOI: 10.1007/s13201-021-01483-5.
50. SOUSA, R. M. de; PEREIRA, R. R.; ARAÚJO, D. R. de; SOARES, F. Sustentabilidade Ambiental De Agroecossistemas Familiares Na Amazônia Maranhense. **Acta Tecnológica**, 2019. DOI: 10.35818/acta.v13i2.670.

51. SOUZA, C. D. de; FELFILL, J. M. Uso De Plantas Medicinais Na Região De Alto Paraíso De Goiás, GO, Brazil . **Acta Botanica Brasileira**, 2006. DOI: 10.1590/s0102-33062006000100013.
52. TAVARES, K. S. R.; CASTRO, S. S. Bibliometria dos estudos de erosão linear no Cerrado. **XIX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, , p. 61–65, 2023.
53. TAVARES, K. S. R.; CASTRO, S. S. Bibliométrica das Modelagens de Erosão do Solo: Panorama Geral. **XIII SINAGEO - geomorfologia: complexidade e interesalaridade da paisagem análise**, , p. 1184–1198, 2021.
54. THALER, E. A., KWANG, J. S., QUIRK, B. J., QUARRIER, C. L., LARSEN, I. J. Rates of Historical Anthropogenic Soil Erosion in the Midwestern United States. *Earth's Future*, 10(3), 2022. DOI: 10.1029/2021EF002396.
55. TURMUZI, M.; SUHARTA, I. G. P.; ASTAWA, I. W. P.; SUPARTA, I. N. Mapping of Mobile Learning Research Directions and Trends in Scopus-Indexed Journals: A Bibliometric Analysis. **International Journal of Interactive Mobile Technologies**, vol. 17, nº 3, 2023. DOI: 0.3991/ijim.v17i03.36461.
56. VANMAERCKE, M. *et al.* Measuring, modelling and managing gully erosion at large scales: A state of the art. **Earth-Science Reviews**, vol. 218, nº April, p. 103637, jul. 2021. DOI 10.1016/j.earscirev.2021.103637. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0012825221001379>.
57. WANTZEN, K. M. Physical pollution: Effects of gully erosion on benthic invertebrates in a tropical clear-water stream. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, 16(7), 2006. DOI: 10.1002/aqc.813.
58. WILLIAM, L. South Brazil: Its vegetation, natural resources, research centers, and other economic aspects. **Economic Botany**, vol. 16, no 3, 1962. DOI: 10.1007/BF02860032.
59. ZHUANG, Y.; DU, C.; ZHANG, L.; DU, Y.; LI, S. Research trends and hotspots in soil erosion from 1932 to 2013: a literature review. **Scientometrics**, vol. 105, nº 2, 2015. DOI: 10.1007/s11192-015-1706-3.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) – CC BY. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.