

PESQUISAS SOBRE TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO MATOPIBA: uma análise bibliométrica das tendências científicas

1 INTRODUÇÃO

A região do MATOPIBA, que abrange partes dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, é a mais recente fronteira agrícola do bioma Cerrado. Oficialmente reconhecida em 2015, foi destacada como estratégica para o desenvolvimento econômico nacional. Com estações de chuva e seca bem definidas, a região se consolida na produção de grãos, especialmente soja e milho, favorecida por solos profundos e permeáveis (Souza *et al.*, 2020).

O crescimento agrícola no MATOPIBA, impulsionado por avanços tecnológicos, consolidou a região como um dos maiores polos do agronegócio brasileiro (Barcelos; Introvini, 2021; Mendes *et al.*, 2024). No entanto, essa expansão tem gerado impactos ambientais graves, como desmatamento, perda da vegetação nativa, erosão do solo e aumento das queimadas, o que torna urgente a adoção de práticas agrícolas sustentáveis que integrem o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental (Fernandes *et al.*, 2023).

A degradação ambiental, resultante principalmente do desmatamento e da conversão de áreas naturais em terras agrícolas, tem causado perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos, além de intensificar a erosão, alterar o ciclo hidrológico e aumentar as emissões de gases de efeito estufa (Mendes *et al.*, 2024). A degradação de pastagens também compromete a produtividade pecuária e reduz a matéria orgânica do solo, afetando o ambiente e a qualidade de vida das comunidades locais (Pereira *et al.*, 2018; Fernandes *et al.*, 2023).

Para mitigar esses impactos, é essencial adotar práticas de recuperação de áreas degradadas (RAD), como o manejo conservacionista do solo e a restauração da vegetação nativa, visando restaurar a funcionalidade dos ecossistemas (Mendes *et al.*, 2024). O plantio direto na palha também é uma prática relevante, promovendo a melhoria do solo, o sequestro de carbono e a sustentabilidade agropecuária (Fernandes *et al.*, 2023).

Apesar da urgência em aplicar técnicas de RAD, a ausência de uma análise sistemática da produção científica sobre o tema no MATOPIBA representa uma lacuna crítica. Essa carência impede a identificação de prioridades de pesquisa, a otimização de esforços e a alocação estratégica de recursos para o desenvolvimento sustentável da região. Assim, uma análise bibliométrica pode fornecer *insights* para nortear futuras investigações científicas. Mapear o panorama da pesquisa científica é um passo estratégico para identificar não apenas as áreas de conhecimento já consolidadas, mas, principalmente, as lacunas críticas que demandam investimentos e novos projetos de pesquisa, otimizando assim os esforços para o desenvolvimento sustentável da região.

Desse modo, este trabalho busca responder à seguinte questão: “Quais são as principais tendências de pesquisa publicadas na base *Web of Science* sobre técnicas de RAD no MATOPIBA, e quais áreas temáticas emergem desse contexto?”. É fundamental ressaltar que o escopo deste estudo se concentra na análise das tendências da produção científica, e não na avaliação da eficácia, aplicabilidade ou dos custos das diferentes técnicas de RAD no campo. O objetivo é analisar as tendências de pesquisa sobre RAD na região, identificando principais áreas temáticas e a evolução da produção científica. Este estudo fornecer subsídios a novas pesquisas sobre recuperação de áreas degradadas e contribui para a efetividade do desenvolvimento sustentável da região do MATOPIBA.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada nesta pesquisa é de caráter bibliométrico, com o objetivo de analisar as tendências de pesquisa sobre técnicas de recuperação de áreas degradadas (RAD) no MATOPIBA. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica focada nas publicações indexadas na base *Web of Science* (WoS). A análise bibliométrica proporciona uma abordagem quantitativa da produção científica, permitindo identificar as principais áreas temáticas emergentes e a evolução do conhecimento sobre RAD na região. Além disso, possibilita mapear a estrutura e dinâmica do campo de estudo, oferecendo uma visão clara das contribuições existentes e das lacunas na área.

Para a formação do portfólio de pesquisa, foram selecionadas palavras-chave em inglês que, ao serem combinadas, resultaram na seguinte chave de busca, que retornou 61 artigos revisados por pares e publicados em periódicos de alto impacto indexados na WoS: $TS = (((\text{"area\$"} \text{ NEAR/10 } \text{"rehabilitation"} \text{ NEAR/10 } \text{"degraded"}) \text{ OR } (\text{"áreas"} \text{ NEAR/10 } \text{"restoration"} \text{ NEAR/10 } \text{"degraded"}) \text{ OR } (\text{"áreas"} \text{ NEAR/10 } \text{"recovery"} \text{ NEAR/10 } \text{"degraded"})) \text{ AND } (\text{"brazil*"} \text{ AND } ((\text{"cerrado"}) \text{ OR } (\text{"MATOPIBA"}) \text{ OR } (\text{"maranhão"}) \text{ OR } (\text{"tocantins"}) \text{ OR } (\text{"piauí"}) \text{ OR } (\text{"bahia"})))$. A consulta à base WoS foi realizada em 11 de dezembro de 2025.

Após a leitura do título, resumo e palavras-chave dos artigos para verificar a aderência à pergunta de pesquisa, foi realizada uma análise bibliométrica utilizando os softwares *VOSviewer* e *Bibliometrix/Biblioshiny*. A análise incluiu a coocorrência de descritores e palavras-chave dos autores e a identificação de tópicos em tendência com os temas emergentes (Fideliz, 2009), no campo de técnicas de RAD no MATOPIBA.

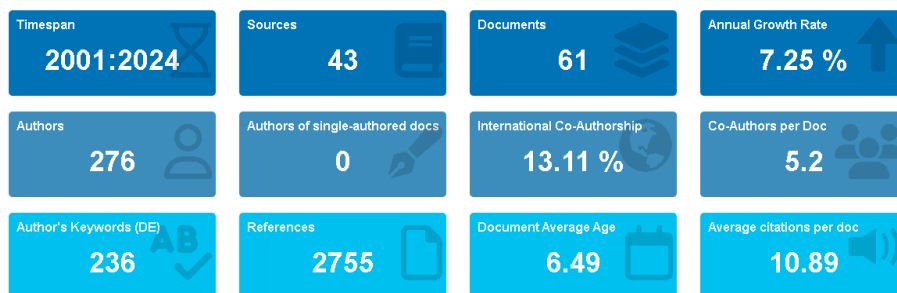
A escolha da base de dados *Web of Science* (WoS) se justifica pelo seu foco em periódicos de alto impacto, com rigoroso processo de revisão por pares e alcance internacional. No entanto, é importante reconhecer que esta escolha metodológica implica na exclusão de estudos relevantes publicados em periódicos nacionais não indexados, anais de congressos, teses e dissertações. Essa delimitação pode sub-representar a produção científica local e regional, um viés que foi considerado na interpretação dos resultados.

Por se tratar de um estudo bibliométrico com dados secundários de acesso público, não foi necessária a submissão a um Comitê de Ética em Pesquisa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise identificou 61 artigos publicados entre 2001 e 2024 na base *Web of Science*, com uma taxa de crescimento anual de 7,25%. A produção envolveu 276 autores, com alta taxa de colaboração (5,2 coautores por documento) e 13,11% de coautoria internacional, indicando um campo de pesquisa colaborativo e com crescente interesse (Figura 1).

Figura 1 - Resumo dos dados bibliométricos sobre RAD no MATOPIBA



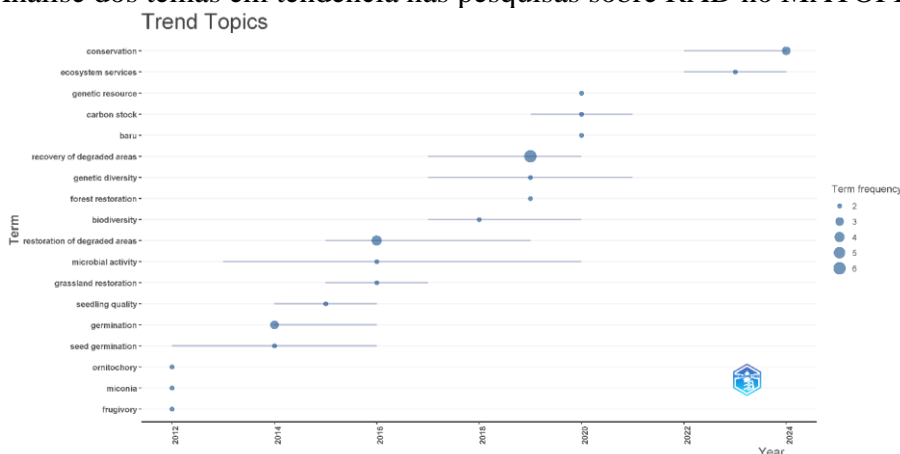
Fonte: Elaborado pelo autores, a partir de *outputs* do software *Bibliometrix/Biblioshiny*

A colaboração entre pesquisadores é ampla, com 276 autores envolvidos na produção desses artigos, e uma média de 5,2 coautores por documento, evidenciando a natureza colaborativa da pesquisa em RAD. A participação de autores internacionais é de 13,11%, o que destaca a relevância global do tema. Vale ressaltar que não foram identificados artigos de autoria única, o que reforça a importância da colaboração na área.

Os 61 documentos analisados utilizaram 236 palavras-chave, demonstrando a diversidade de abordagens e temas no campo de RAD no MATOPIBA. As referências bibliográficas somam 2755, indicando uma sólida base teórica e empírica que sustenta as pesquisas. A idade média dos documentos é de 6,49 anos, e a média de citações por documento é de 10,89, o que sugere que os artigos publicados têm sido relevantes e influentes na área.

A Figura 2 apresenta a análise dos *Trend Topics* (temas em tendência) na pesquisa sobre recuperação de áreas degradadas (RAD) no MATOPIBA, com base nas palavras-chave dos artigos publicados entre 2001 e 2024. O gráfico mostra a frequência e a evolução temporal dos principais temas abordados, sendo o tamanho dos círculos proporcional à frequência dos termos.

Figura 2 - Análise dos temas em tendência nas pesquisas sobre RAD no MATOPIBA



Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de *outputs* do software *Bibliometrix/Biblioshiny*

O tema *recovery of degraded areas* (recuperação de áreas degradadas) se destaca como o mais frequente ao longo do período, evidenciando seu papel central na pesquisa sobre RAD no MATOPIBA. Da mesma forma, os termos *conservation* (conservação) e *ecosystem services* (serviços ecossistêmicos) também aparecem com frequência significativa, o que se deve ao fato de serem temas centrais e mais genéricos dentro do campo de estudo. Por serem conceitos amplos e fundamentais, esses termos tendem a ocorrer com maior recorrência nas palavras-chave, sendo utilizados para descrever aspectos essenciais e amplamente discutidos na recuperação de áreas degradadas.

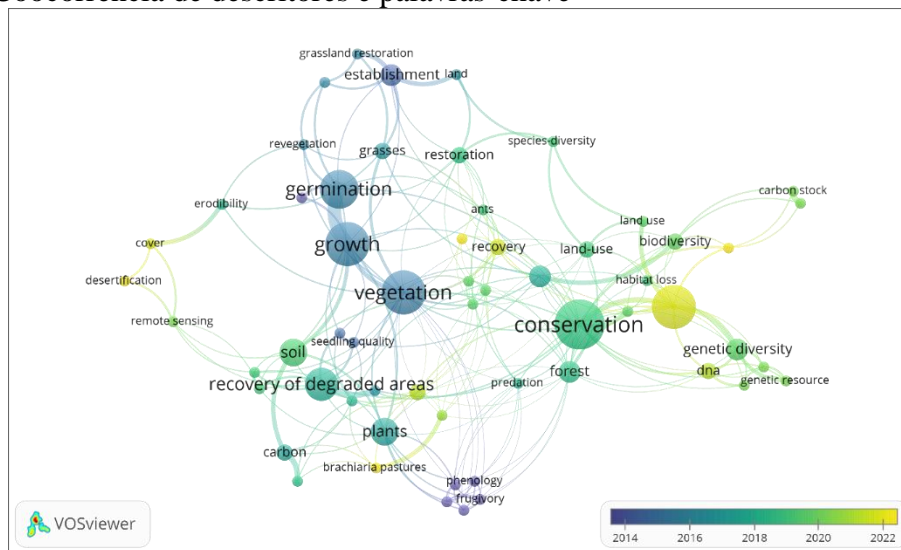
Outros termos, como *genetic resource* (recurso genético), *carbon stock* (estoque de carbono), *baru*, *genetic diversity* (diversidade genética), *forest restoration* (restauração florestal), *biodiversity* (biodiversidade) e *restoration of degraded areas* (restauração de áreas degradadas), diretamente ligados às técnicas de RAD, apresentam menor frequência, sugerindo sua relevância e indicando possíveis lacunas de pesquisa em nichos específicos da área.

Termos como *microbial activity* (atividade microbiana), *grassland restoration* (restauração de pastagens), *seedling quality* (qualidade de mudas), *germination* (germinação), *ornithochory* (ornitocoria), *miconia* e *frugivory* (frugivoria) apresentam uma presença ainda mais restrita, indicando um foco menor nas pesquisas sobre RAD no MATOPIBA. Esse padrão sugere que essas áreas ainda estão em expansão, e não saturadas, apontando para tópicos

emergentes com grande potencial de crescimento à medida que as investigações sobre RAD se aprofundam.

Por fim, a Figura 3 apresenta a análise da coocorrência de descritores e palavras-chave nas pesquisas sobre técnicas de RAD no MATOPIBA, utilizando o software *VOSviewer*. O mapa visualiza as relações entre os termos, onde o tamanho dos círculos representa a frequência de cada termo e a espessura das linhas indica a força da coocorrência entre eles. A escala de cores representa o ano de publicação dos artigos, variando do azul (2014) ao amarelo (2022), permitindo identificar a evolução temporal dos temas.

Figura 3 - Coocorrência de descritores e palavras-chave



Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de *outputs* do software *VOSviewer*

Observa-se que o termo *conservation* (conservação) se destaca como o mais frequente, com um círculo de maior tamanho e uma cor amarela, indicando que é um tema central e com publicações mais recentes. O termo *vegetation* (vegetação) também apresenta um círculo de tamanho considerável, com uma cor mais azulada, sugerindo que é um tema relevante, mas com publicações mais antigas.

Outros termos como *growth* (crescimento), *germination* (germinação), *soil* (solo), *recovery of degraded areas* (recuperação de áreas degradadas), *plant* (planta) e *restoration* (restauração) também apresentam uma frequência considerável, com círculos de tamanho intermediário e cores variadas, indicando sua importância na pesquisa sobre RAD no MATOPIBA.

A análise da coocorrência revela que os termos *conservation*, *vegetation*, *growth*, *germination*, *soil*, *recovery of degraded areas*, *plant* e *restoration* estão fortemente interligados, formando um núcleo central da pesquisa em RAD no MATOPIBA. A escala de cores mostra que o tema *conservation* tem sido mais abordado em publicações recentes, enquanto outros temas, como *vegetation*, têm sido mais explorados em publicações mais antigas.

A imagem também revela a presença de outros temas, como *genetic diversity* (diversidade genética), *genetic resource* (recurso genético), *carbon stock* (estoque de carbono), *ecosystem services* (serviços ecossistêmicos) e *biodiversity* (biodiversidade), com círculos de menor tamanho e cores variadas, indicando sua relevância em contextos específicos e sua evolução temporal.

É importante ressaltar que a frequência dos termos pode ser influenciada pela sua generalidade. Termos mais genéricos, como *conservation*, *vegetation* e *restoration*, tendem a

aparecer com maior frequência por serem conceitos mais amplos, enquanto termos mais específicos, como *genetic diversity*, *carbon stock* e *ecosystem services*, podem ter uma frequência menor por se referirem a aspectos mais particulares da RAD. Essa constatação reforça a necessidade de complementar a análise quantitativa com uma análise qualitativa do portfólio de pesquisa, que considere a especificidade e a relevância de cada técnica de RAD no MATOPIBA, e não apenas a sua frequência. A análise da relação entre termos genéricos e específicos pode revelar áreas de pesquisa emergentes e de grande relevância para a sustentabilidade da RAD na região.

A predominância de termos genéricos como *conservation* e *vegetation* merece uma reflexão crítica. Tal cenário pode indicar uma tendência da pesquisa na área a se concentrar em estudos de caráter mais conceitual e de ampla revisão, em detrimento de investigações focadas em técnicas específicas e aplicadas. Alternativamente, pode ser um artefato de como os pesquisadores elaboram seus títulos e palavras-chave para alcançar um público mais vasto e garantir maior visibilidade internacional, mascarando a real especificidade de seus trabalhos.

Outro achado desta análise é a expressiva ausência, tanto nos temas em tendência quanto na coocorrência de palavras-chave, de termos relacionados à dimensão socioeconômica da RAD. Termos como ‘políticas públicas’, ‘agricultura familiar’, ‘custos de implantação’, ‘viabilidade econômica’ ou ‘adoção de tecnologias’ não emergiram dos dados. Essa lacuna sugere que a pesquisa atual pode estar desenvolvendo soluções tecnicamente viáveis, mas socialmente ou economicamente inaplicáveis. A falta de estudos sobre agricultura familiar, custos de implantação ou políticas públicas arrisca comprometer a adoção em larga escala das técnicas de RAD, que é o objetivo final.

3 CONCLUSÃO

Esta análise bibliométrica revela que, embora a pesquisa sobre Recuperação de Áreas Degradadas (RAD) no MATOPIBA esteja em crescimento, ela se concentra em um núcleo de temas biofísicos, como ‘conservação’ e ‘vegetação’, apontando para um preocupante déficit de investigações sobre a aplicação de técnicas específicas e, sobretudo, sobre a viabilidade socioeconômica de sua implementação. Os objetivos propostos foram alcançados, mapeando-se as áreas predominantes e sua evolução temporal, conforme ilustrado pelas análises.

A análise bibliométrica permitiu traçar um panorama da pesquisa em RAD no MATOPIBA, evidenciando um campo de estudo em expansão, com um aumento significativo no número de publicações e na colaboração entre pesquisadores, especialmente a partir de 2015, ano que coincide com o reconhecimento oficial da região como fronteira agrícola. Identificou-se um núcleo central de pesquisa em torno de conceitos como conservação, vegetação, crescimento, solo, recuperação de áreas degradadas, planta e restauração, que indicam as áreas de maior interesse científico.

Apesar da relevância dos resultados, é importante reconhecer limitações metodológicas. O uso exclusivo da base *Web of Science*, embora abrangente e voltada a periódicos de alto impacto, pode não refletir toda a produção científica sobre RAD no MATOPIBA, especialmente em periódicos nacionais ou regionais. Além disso, como discutido, a análise da frequência dos termos pode ser influenciada pela generalidade deles. Termos mais genéricos tendem a aparecer mais, enquanto termos específicos, igualmente relevantes, podem ser sub-representados. Essa limitação reforça a necessidade de análise qualitativa mais aprofundada, que explore contexto e profundidade das pesquisas em cada área temática. Uma análise qualitativa do portfólio permitiria refinar a compreensão das nuances e especificidades das técnicas de RAD no MATOPIBA, considerando particularidades ambientais, sociais e econômicas da região.

Este estudo contribui para o campo da pesquisa ao fornecer um panorama atualizado das tendências de pesquisa no MATOPIBA, identificando áreas emergentes e lacunas no conhecimento. Os resultados apresentados podem servir como base para futuras investigações, orientando pesquisadores sobre os principais focos de estudo e as direções promissoras para o avanço científico na região.

Para trabalhos futuros, sugere-se ir além do mapeamento quantitativo, abordando questões de pesquisa mais específicas como: 1) Análise de custo-benefício das principais técnicas de RAD para pequenos e médios produtores do MATOPIBA; 2) O papel das políticas de crédito rural na adoção de práticas de recuperação de pastagens na região; 3) Quantificação do potencial de sequestro de carbono em solos sob diferentes técnicas de RAD; e 4) Um estudo comparativo que inclua bases de dados nacionais para contrastar as tendências da pesquisa de impacto internacional (*WoS*) com as de foco regional.

REFERÊNCIAS

- BARCELOS, K.; INTROVINI, G. **MATOPIBA: sustentabilidade, diversidade e gênero**. Brasília: CI-Brasil, 2021. Disponível em: https://www.radardesustentabilidade.org.br/media/guidelines/files/GGP_G%C3%AAnero_Cartilha_0_PT_WEB.pdf. Acesso em: 13 dez. 2024.
- FERNANDES, G. S. T.; LOPES, J. R. A.; MOURA NETO, A. de; SILVA, R. O. da; OLIVEIRA, V. B. de; LIMA, E. de A.; LOPES, P. M. O.; PESSOA, V. G.; SANTOS, A. dos; CANGELA, G. L. C. de. Mapeamento da Fragilidade Ambiental em Áreas de Expansão Agrícola no MATOPIBA, Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 16, n. 6, p. 3404–3423, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/258587>. Acesso em: 15 dez. 2024.
- FIDELIS, J. R. F.; BARBOSA, R. R.; SANTOS, R. N. M. dos; KOBASHI, N. Y. Bibliometria, cientometria, infometria: conceitos e aplicações. **Tendências da Pesquisa brasileira em Ciência da Informação**, v. 2, n. 1, 2009. Disponível em: <https://ancib.org/revistas/index.php/tpbci/article/view/174>. Acesso em: 13 dez. 2024.
- MENDES, B. da R.; MEIRELLES, M. S. P.; BENITES, V. de M.; COSTA, R. de O. O potencial da recuperação de pastagens degradadas no Cerrado do MATOPIBA. **Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 21, n. 12, p. e11171, 2024. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/11171>. Acesso em: 13 dez. 2024.
- NEPOMOCENO, T. A. R.; CARNIATTO, I. A nova fronteira agrícola do Brasil: um ensaio teórico sobre a insustentabilidade na região do MATOPIBA. **Revista Cerrados**, [S. l.], v. 20, n. 01, p. 95–119, 2022. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/cerrados/article/view/4300>. Acesso em: 13 dez. 2024.
- PEREIRA, O. J. R.; FERREIRA, L. G.; PINTO, F.; BAUMGARTEN, L. Assessing pasture degradation in the Brazilian Cerrado based on the analysis of MODIS NDVI time-series. **Remote Sensing**, v. 10, n. 11, p. 1761, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs10111761>. Acesso em: 13 dez. 2024.
- SOUZA, A. A. de; GALVÃO, L. S.; KORTING, T. S.; PRIETO, J. D. Dynamics of savanna clearing and land degradation in the newest agricultural frontier in Brazil. **GIScience & Remote Sensing**, v. 57, n. 7, p. 965-984, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15481603.2020.1835080>. Acesso em: 13 dez. 2024.