

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

ADELQUIS STANLEY MONTEIRO SANTIAGO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI

MAYRA FERNANDES NOBRE MOSCARDI

JOSÉ MACHADO MOITA NETO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO DELTA DO PARNAÍBA - UFDPAR

Introdução

A região do MATOPIBA, compreendendo os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, configura-se como uma fronteira agrícola recente no bioma Cerrado. A rápida expansão da agricultura, notadamente nas culturas de soja e milho, tem acarretado significativa degradação ambiental, manifestada por desmatamento, perda de vegetação nativa, erosão do solo e aumento da incidência de incêndios florestais. Este estudo investiga as tendências de pesquisa sobre técnicas de recuperação de áreas degradadas no MATOPIBA, por meio de análise bibliométrica de publicações indexadas na Web of Science. A pesquisa

Problema de Pesquisa e Objetivo

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? 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.

Fundamentação Teórica

O MATOPIBA, nova fronteira agrícola no Cerrado, impulsiona o agronegócio, mas gera severa degradação ambiental, como desmatamento, erosão e perda de biodiversidade (Souza et al., 2020). Essa expansão ameaça os ecossistemas e a sustentabilidade (Fernandes et al., 2023). A Recuperação de Áreas Degradadas (RAD), por meio de técnicas como manejo conservacionista e restauração da vegetação, surge como estratégia essencial para mitigar os impactos e restaurar a funcionalidade ecológica da região (Mendes et al., 2024).

Metodologia

Realizou-se um estudo bibliométrico para analisar as tendências de pesquisa sobre Recuperação de Áreas Degradadas (RAD) no MATOPIBA. A revisão focou em publicações da base Web of Science (WoS), resultando em 61 artigos selecionados por palavras-chave. Utilizaram-se os softwares VOSviewer e Bibliometrix/Biblioshiny para analisar a coocorrência de descritores e identificar temas emergentes. A escolha da WoS, embora rigorosa, pode sub-representar a produção científica local, um viés considerado na interpretação.

Análise e Discussão dos Resultados

A análise de 61 artigos revela uma pesquisa crescente (7,25%/ano) e colaborativa. A produção científica concentra-se em um núcleo de temas biofísicos interligados, como conservação, vegetação e restauração. A principal lacuna identificada é a expressiva ausência de termos socioeconômicos, como custos de implantação, políticas públicas ou viabilidade econômica. Isso sugere um viés na pesquisa que negligencia fatores humanos e financeiros, determinantes para a aplicação bem-sucedida das técnicas de recuperação.

Considerações Finais

A pesquisa sobre RAD no MATOPIBA, embora crescente, concentra-se em um núcleo biofísico ("conservação", "vegetação"), revelando um déficit crítico de estudos sobre a viabilidade socioeconômica das técnicas. Apesar da limitação do uso exclusivo da base WoS, o estudo mapeou as tendências e lacunas, contribuindo para orientar futuras investigações que abordem análises de custo-benefício e o papel das políticas públicas, essenciais para a aplicação prática das soluções de recuperação na região.

Referências

Matopiba. https://www.radardesustentabilidade.org.br/media/guidelines/files/GGP_G%C3%AAnero_Cartilha_0_PT_WEB.pdf Fragilidade Ambiental. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/258587> Bibliometria. <https://ancib.org/revistas/index.php/tpbci/article/view/174> Recuperação de pastagens. <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/11171> Insustentabilidade. <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/cerrados/article/view/4300> Pasture degradation. <https://doi.org/10.3390/rs10111761> Savanna clearing. <https://doi.org/10.1080/15481603.2>

Palavras Chave

RAD, Cerrado, Bibliometria

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.

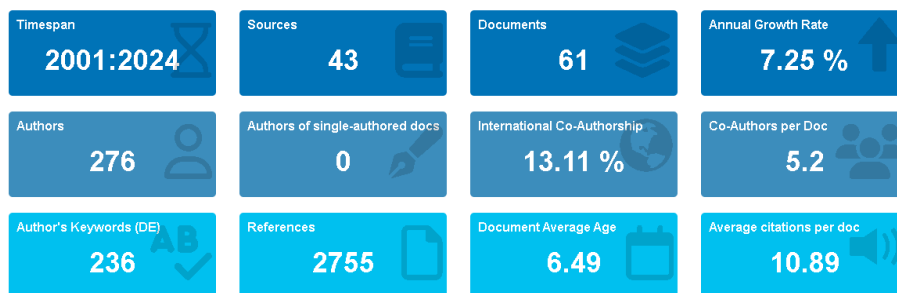
A escolha da base de dados *Web of Science* (WoS) se justifica pelo seu foco em periódicos de alto impacto, com rigoroso processo de revisão por pares e alcance internacional. No entanto, é importante reconhecer que esta escolha metodológica implica na exclusão de estudos relevantes publicados em periódicos 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



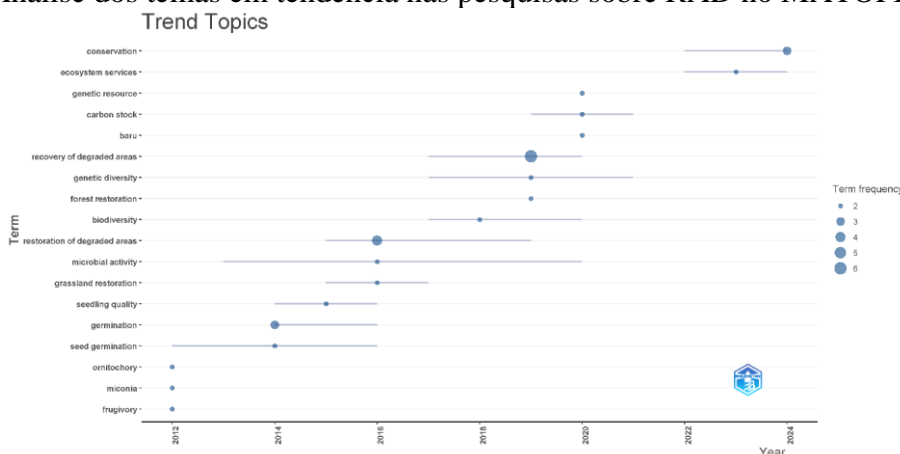
Fonte: Elaborado pelo autores, a partir de *outputs* do software *Bibliometrix/Biblioshiny*

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.

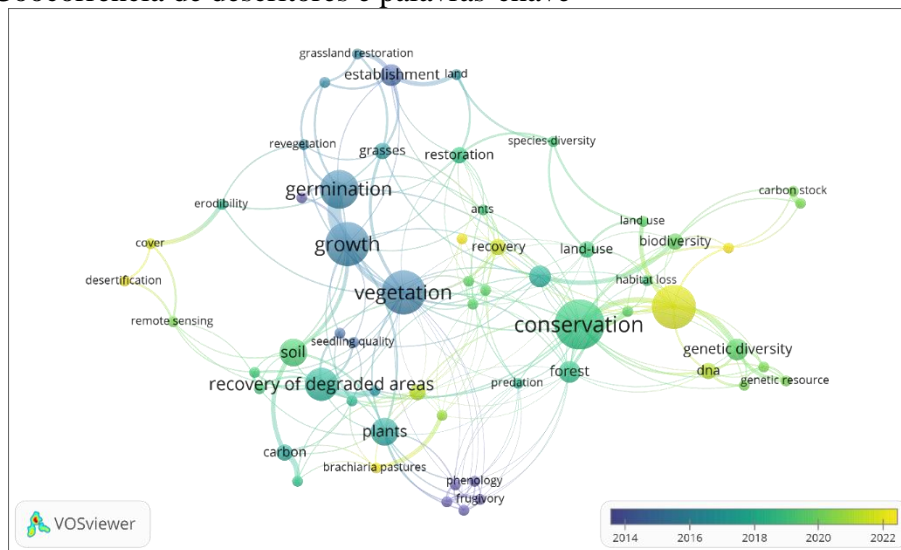
Outros termos, como *genetic resource* (recurso genético), *carbon stock* (estoque de carbono), *baru*, *genetic diversity* (diversidade genética), *forest restoration* (restauração florestal), *biodiversity* (biodiversidade) e *restoration of degraded areas* (restauração de áreas degradadas), diretamente 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.