

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE RESTAURAÇÃO DO CERRADO DISPONÍVEIS NA PLATAFORMA ARATICUM

Jairo Matos da Rocha¹
Ana Karolyna Nunes Amaral²
Victória Vasconcelos Freitas³
Cezar Borges⁴
Manuel Eduardo Ferreira⁵

INTRODUÇÃO

O Cerrado, um dos biomas mais ricos em biodiversidade do mundo, é considerado um *hotspot* de biodiversidade devido à sua alta taxa de endemismo e à pressão crescente que enfrenta por atividades humanas. Historicamente, o Cerrado tem sido alvo de desmatamento intensivo, impulsionado principalmente pela expansão agrícola para o cultivo de soja e a criação de gado. Essa conversão de terras naturais em áreas agrícolas tem levado à elevada fragmentação de habitats, perda de biodiversidade e degradação do solo. Como resultado, vastas áreas do Cerrado tornaram-se degradadas, necessitando de esforços de restauração para recuperar suas funções ecológicas e sociais, e assim proteger a rica diversidade de espécies que dependem desse complexo bioma (Klink, 2005; Cunha et al., 2008).

A crescente demanda por restauração de ecossistemas em larga escala é amplamente reconhecida como uma estratégia fundamental para mitigar a mudança climática global. No cenário internacional, o Brasil assumiu o compromisso de restaurar 12 milhões de hectares no âmbito do Acordo de Paris (Fernandes et al., 2018). Em nível nacional, destaca-se o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg), que visa recuperar pelo menos 12 milhões de hectares de vegetação nativa até 2030. Essa meta prioriza a recuperação de áreas de preservação permanente (APP), reservas legais (RL) e áreas degradadas com baixa produtividade (PLANAVEG, 2017, Mendes et al. 2024).

Áreas de restauração são locais que foram degradados por atividades humanas ou processos naturais e que estão sendo recuperados com o objetivo de restabelecer suas características ecológicas originais. Esse processo visa não apenas a recuperação da vegetação nativa, mas também a reabilitação das funções ecológicas, como a conservação

da água e a proteção da biodiversidade, buscando restituir os serviços ecossistêmicos em uma área degradada ou alterada ao nível mais próximo do estado pré-distúrbio (Gastauer et al., 2018).

A Organização das Nações Unidas (ONU) adota a terminologia Restauração de Ecossistemas, amplamente aceito pela comunidade internacional:

A restauração de ecossistemas significa ajudar na recuperação de ecossistemas que foram degradados ou destruídos, bem como conservar os ecossistemas que ainda estão intactos. Ecossistemas mais saudáveis, com maior riqueza na biodiversidade, produzem mais benefícios, como solos mais férteis, maior produtividade nas áreas de madeira e pesca, e maiores estoques de gases de efeito estufa.

O Projeto Araticum - Articulação pela restauração do Cerrado é uma iniciativa dedicada à restauração ecológica do bioma Cerrado, visando combater a degradação ambiental e promover o desenvolvimento sustentável nas regiões onde atua. O projeto se destaca pela integração das comunidades locais em todas as etapas do processo de restauração, desde a coleta de sementes até o plantio e a manutenção das áreas recuperadas.

A plataforma associada ao Projeto Araticum (<https://araticum.lapig.iesa.ufg.br>) disponibiliza uma vasta gama de dados sobre as ações de restauração, permitindo a consulta e análise de informações em níveis municipal, estadual e de bacias hidrográficas. A plataforma também promove a transparência e a colaboração entre os diversos atores envolvidos, contribuindo para o fortalecimento da cadeia de restauração ecológica no Cerrado e para a replicação de modelos de sucesso em outras áreas do bioma (ARATICUM, 2024).

Diante disto, o objetivo deste trabalho é caracterizar espacialmente as áreas de restauração do Cerrado disponibilizadas na Plataforma Araticum. A análise busca fornecer uma visão detalhada sobre as iniciativas de recuperação ambiental em andamento, destacando a importância dessas áreas para a conservação e o desenvolvimento sustentável deste bioma.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de análise é o Bioma Cerrado, que abrange aproximadamente 2 milhões de quilômetros quadrados, correspondendo a cerca de 22% do território brasileiro. Este bioma, localizado na região central do Brasil, estende-se por 12 estados: Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, São Paulo, Paraná, Rondônia, além do Distrito Federal (Figura 1).

Conhecido por sua imensa biodiversidade e por ser um dos 36 hotspots mundiais de biodiversidade, o Cerrado desempenha um papel fundamental na manutenção dos ciclos hidrológicos e climáticos, além de ser o berço de várias nascentes de bacias hidrográficas importantes, como as dos rios São Francisco, Tocantins-Araguaia e Paraná.

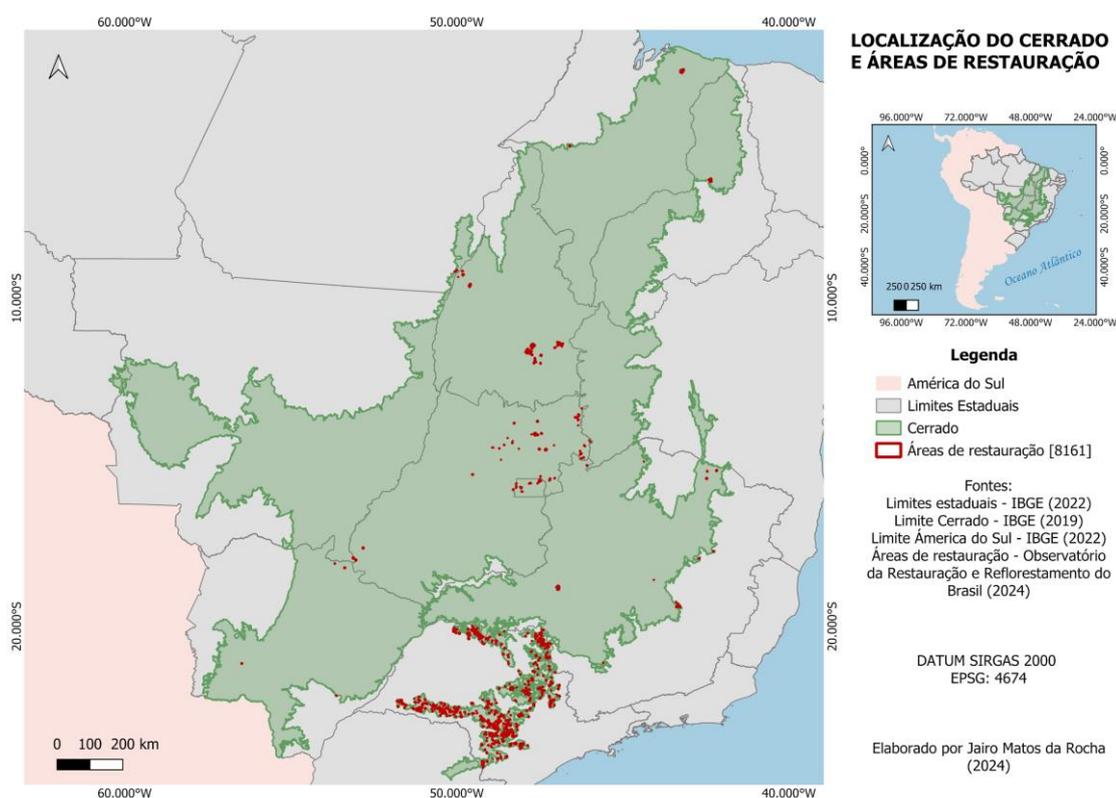


Figura 1 - Mapa de localização do Cerrado e das áreas de restauração.

Procedimentos metodológicos

A metodologia utilizada nesta pesquisa se deu por meio da utilização de bibliotecas abertas da linguagem de programação Python (Pandas, Geopandas e

Geohash), visando interatividade e fácil replicação. Com a interface *Google Collaboratory* foi possível organizar, corrigir e extrair informações sobre todas as áreas e restauração enviadas para a Rede Araticum até o mês de agosto de 2024.

Inicialmente, foi realizada uma verificação da validade dos polígonos, isto é, identificar se havia falhas nos desenhos, buracos, *self-intersection* etc. O segundo procedimento foi avaliar o tamanho mínimo que as áreas deveriam possuir para que fossem consideradas geometrias reais de restauração, com área mínima de 0,10 hectares, estabelecido pela Força Tarefa do Observatório da Restauração e Reflorestamento (ORR). Após estas verificações, foi possível gerar o cálculo de área em hectares com base no sistema de projeção de coordenadas polícônico de Albers (EPSG: 5880).

Além da área individual dos polígonos, se observou a representatividade das geometrias em relação às unidades federativas, às quais pertencem e em relação ao bioma Cerrado. Os procedimentos descritos para geração dos gráficos de forma automatizada (usando a interface do *Google Colab*) estão disponíveis no link a seguir: <https://github.com/jairomr/caracterizacao-araticum-2024>.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados na Figura 2 revelam a distribuição das áreas de restauração cadastradas nas unidades federativas do Bioma Cerrado. São Paulo destaca-se como a unidade federativa com a maior extensão de áreas em recuperação, totalizando 7.705 hectares, o que reflete a intensa mobilização e esforços de restauração ecológica no estado (Figura 2). Em segundo lugar, o Piauí apresenta 3.714 hectares de áreas restauradas, seguindo por Maranhão e Goiás, com 1.442 e 1.026 hectares, respectivamente, mostrando a relevância de iniciativas para a conservação ambiental nas regiões.

Tocantins, apesar de ter um número elevado de áreas cadastradas, possui uma extensão de 707 hectares em processo de restauração, demonstrando um contraste entre o número de polígonos e a área total restaurada. O Distrito Federal e Minas Gerais aparecem com 241 e 152 hectares, respectivamente, indicando esforços mais modestos, mas ainda importantes para a recuperação ecológica.

Mato Grosso do Sul e Pará, com 86 e 20 hectares, respectivamente, representam as unidades federativas com menor participação no total de áreas restauradas, o que pode sugerir a necessidade de intensificação das ações de restauração nessas regiões. Esses

dados evidenciam a diversidade de esforços e a importância de continuar incentivando e ampliando as iniciativas de restauração no Cerrado.

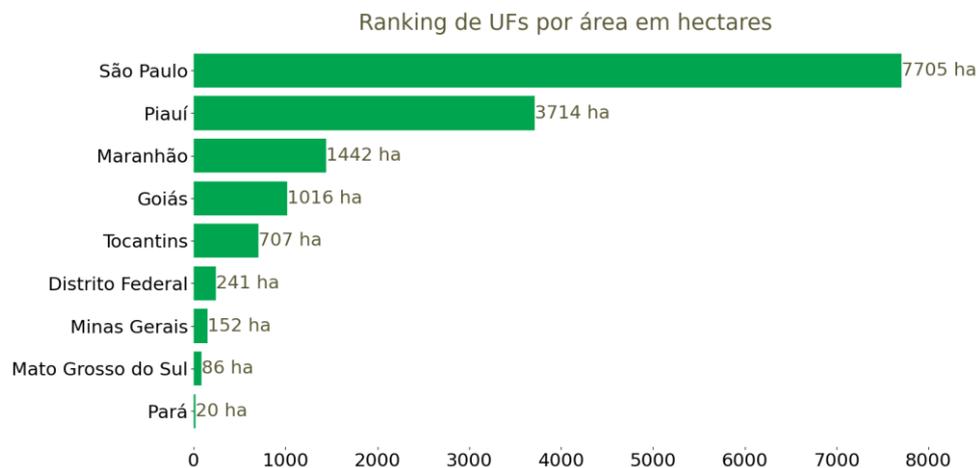


Figura 2 - Ranking das áreas de restauração nas unidades federativas localizados no Bioma Cerrado, até agosto de 2024.

A Figura 3 mostra que São Paulo lidera em número de áreas cadastradas, totalizando 7.209, o que demonstra a ampla cobertura e a intensidade das iniciativas de restauração. Isso sugere que os esforços do SARE (Sistema de Apoio à Restauração Ecológica), desenvolvido pelo governo estadual para cadastrar e monitorar as áreas de restauração, estão sendo eficazes.

Tocantins, com 458 áreas cadastradas, e Goiás, com 247, seguem na sequência, indicando um esforço significativo, mas ainda menor em comparação com São Paulo. O número de áreas cadastradas é bastante reduzido em estados como Piauí, Mato Grosso do Sul e Pará, que apresentam apenas 6, 5 e 4 áreas cadastradas, respectivamente, sugerindo uma menor mobilização para a restauração em comparação com outros estados.

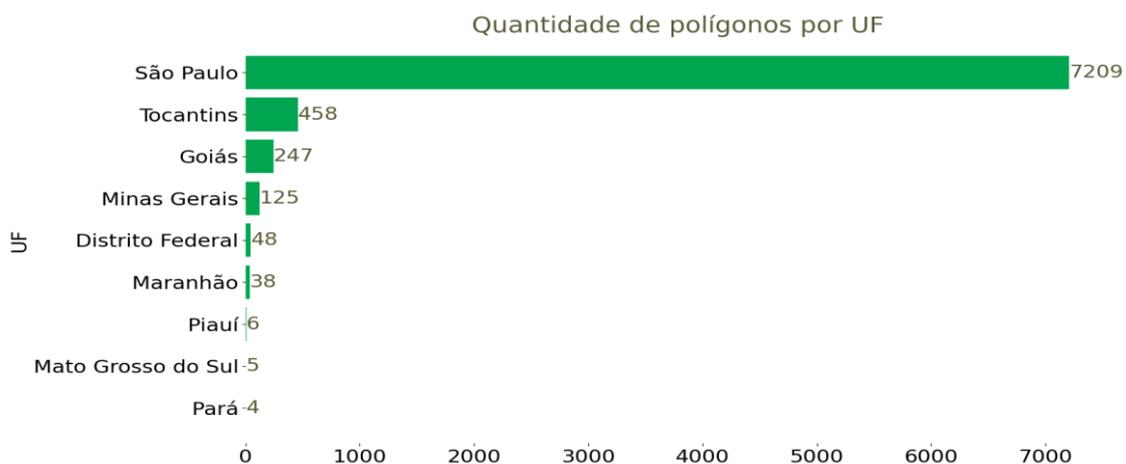


Figura 3 - Quantidade de áreas (polígonos) cadastrados pelas unidades federativas, até agosto de 2024.

Analisando os mesmos dados, agora em relação à porcentagem da área restaurada em relação ao tamanho total de cada estado, São Paulo novamente se destaca com a maior porcentagem de 0,1658%, indicando que a restauração representa uma parte considerável da área total deste estado. O Distrito Federal, com 0,0417%, e o Piauí, com 0,0275%, têm proporções significativas considerando o tamanho reduzido de seus territórios.

Em contraste, estados como Goiás e Tocantins, com porcentagens de 0,0030% e 0,0028%, apresentam uma proporção menor de área restaurada em relação à sua extensão total. Pará, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul possuem as menores porcentagens, refletindo a necessidade de intensificação das iniciativas de restauração para alcançar um impacto mais significativo (Figura 4). Esses dados sublinham a importância de balancear os esforços de restauração para cobrir tanto a quantidade de áreas quanto a proporção do território, garantindo uma recuperação ambiental eficaz no Bioma Cerrado.

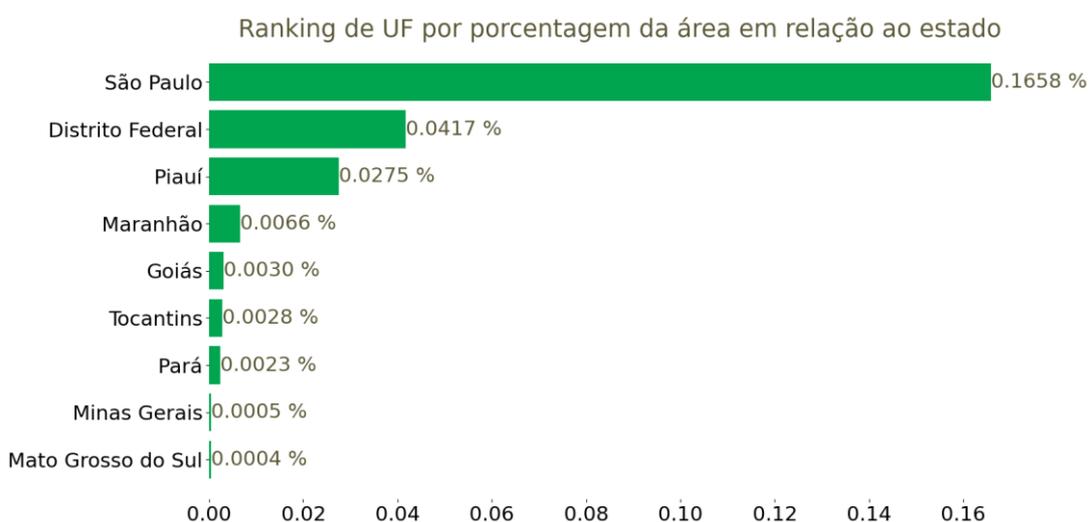


Figura 4 - Percentual de Área Restaurada em Relação à Área Total de Cada Unidade Federativa no Bioma Cerrado, até agosto de 2024.

Destaca-se que as iniciativas de restauração estão concentradas em 9 dos 12 estados abrangidos pelo Bioma Cerrado. Além dessa concentração geográfica, observa-se que, apesar do registro de 8.161 polígonos de restauração, a extensão total dessas áreas não cobre nem 1% do território do Cerrado. Esse cenário evidencia uma distribuição desigual dos esforços de recuperação e sugere a necessidade de expandir as iniciativas de restauração para uma cobertura mais abrangente do bioma.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo sobre a caracterização das áreas de restauração do Cerrado, disponíveis na Plataforma Araticum, evidencia a importância crescente da restauração ecológica como uma estratégia central para a conservação da biodiversidade e a mitigação das mudanças climáticas. O Cerrado, um bioma de imensa riqueza ecológica e um dos principais hotspots de biodiversidade no mundo, enfrenta sérios desafios devido à expansão agrícola e à degradação ambiental.

A análise das áreas de restauração revelou um esforço significativo em unidades federativas como São Paulo, que lidera tanto em extensão quanto em número de áreas cadastradas. No entanto, observou-se uma distribuição desigual desses esforços, com algumas regiões apresentando menor mobilização para a restauração. Esta disparidade sugere a necessidade de políticas e incentivos que promovam uma maior equidade na alocação de recursos e na implementação de projetos de restauração em todo o bioma.

Em conclusão, a continuidade e ampliação das iniciativas de restauração são essenciais para reverter a degradação do Cerrado, preservar sua biodiversidade e garantir a provisão de serviços ecossistêmicos vitais. É imperativo que as políticas públicas, a colaboração entre os diversos atores e a alocação adequada de recursos sejam intensificadas, para se alcançar uma recuperação ambiental eficaz e duradoura no Cerrado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Goiás, à Rede Araticum, ao WWF Brasil e ao Observatório da Restauração e Reflorestamento (ORR). M.E.F. é bolsista de produtividade em pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, processos 315699/2020-5 e 317013/2023-8); os demais autores são ou já foram bolsistas de pós-graduação do CNPq e da CAPES, aos quais somos bastante gratos.

REFERÊNCIAS

ARATICUM. **Projeto Araticum**. Disponível em: <https://araticum.org.br/projeto-araticum/>. Acesso em: 26 de agosto de 2024.

CUNHA, Nina Rosa da Silveira et al. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, p. 291-323, 2008.

FERNANDES, G.; BANHOS, A.; BARBOSA, N.; BARBOSA, M.; BERGALLO, H.; LOUREIRO, C.; OVERBECK, G.; SOLAR, R.; STRASSBURG, B.; VALE, M. Restoring brazil's road margins could help the country offset its co2 emissions and comply with the bonn and paris agreements. *Perspectives in ecology and conservation*, Elsevier, v. 16, n. 2, p. 105–112, 2018.

PLANAVEG. PLANO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA.

[S.l.], 2017. Disponível em: <<http://snif.florestal.gov.br/images/pdf/publicacoes/planaveg_publicacao.pdf>>. Acessado: 20 de agosto de 2024.

MENDES, Alex Fernando; TYMUS, Julio Ricardo Caetano; SIQUEIRA, Ludmila Pugliese de; BRANCALION, Pedro Henrique Santin; FERREIRA, Manuel Eduardo; GROHMANN, Carlos Henrique. **Protocolo de monitoramento da restauração da Mata Atlântica e da Amazônia via sensoriamento remoto** [livro eletrônico]. Brasília, DF: The Nature Conservancy do Brasil, 2024. PDF. ISBN 978-85-60797-34-9.

GASTAUER, M.; SILVA, J. R.; JUNIOR, C. F. C.; RAMOS, S. J.; FILHO, P. W. M. S.; NETO, A. E. F.; SIQUEIRA, J. O. Mine land rehabilitation: Modern ecological approaches for more sustainable mining. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, v. 172, p. 1409–1422, 2018.

KLINK, Carlos A.; MACHADO, Ricardo B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.