

DISTRIBUIÇÃO DOS PIVÔS CENTRAIS EM REGIÃO DE MOSAICO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO SEMIÁRIDO MINEIRO

Marcos Esdras Leite

Doutor em Geografia. Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Social da Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil¹
marcos.leite@unimontes.br

Jefferson William Lopes Almeida

Mestre em Modelagem Ambiental. Doutorando em Desenvolvimento Social, Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil²
Email: jeffersonlopesalmeida@gmail.com

Paloma Rodrigues Cordeiro

Graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil³
cordeiropr29@gmail.com

RESUMO: Este estudo teve como objetivo analisar a distribuição espacial de pivôs centrais em municípios que integram um mosaico de Unidades de Conservação no Norte de Minas Gerais, avaliando os impactos potenciais dessa expansão em uma região semiárida. Foram utilizados dados de uso e cobertura da terra da Coleção 9 do MapBiomas, referentes aos anos de 1985, 2005 e 2023, complementados por vetorização manual de pivôs não identificados pela plataforma, a partir de imagens dos satélites Landsat 5 e 8. A análise foi embasada em referenciais teóricos que discutem a relação entre irrigação, conservação ambiental e disponibilidade hídrica. Os resultados indicaram um aumento significativo da presença de pivôs centrais no período analisado, inclusive em áreas inseridas em Unidades de Conservação, com destaque para a Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra do Sabonetal. Embora, a expansão da agricultura irrigada contribua para o dinamismo econômico local, ela impõe pressões crescentes sobre a disponibilidade hídrica, sobretudo em região semiárida, intensificando os desafios socioambientais em um território marcado pela escassez de água.

Palavras-chave: Conservação; Agricultura; Recursos Hídrico; Sustentabilidade; Plano de Manejo.

DISTRIBUTION OF CENTRAL PIVOTS IN A MOSAIC OF CONSERVATION UNITS IN THE SEMI-ARID REGION OF MINAS GERAIS

ABSTRACT: The objective of this study was to analyze the spatial distribution of central pivots in the municipalities that make up a mosaic of Conservation Units in northern Minas Gerais, assessing the potential impacts of this expansion in a semi-arid region. Data on land use and land cover from MapBiomas Collection 9 were used, corresponding to the years 1985, 2005 and 2023, supplemented by manual vectorization of pivots not identified by the platform, based on images from Landsat 5 and 8 satellites. The analysis was based on theoretical references that discuss the relationship between irrigation, environmental conservation, and water availability. The results indicated a significant increase in the presence of center pivots in the period analyzed, even in areas included in Conservation Units, with emphasis on the Serra do Sabonetal Environmental Protection Area (APA). Although the expansion of irrigated agriculture contributes to local economic dynamism, it exerts increasing pressure on water availability, especially in the semi-arid region, intensifying socio-environmental challenges in a territory marked by water scarcity.

Keywords: Conservation; Agriculture; Water Resources; Sustainability; Management Plan.

¹ Endereço para correspondência: Rua Serra Dourada, 84, Morada da Serra, CEP: 39.401-766, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil.

² Endereço para correspondência: Rua Quinze, 216, Jardim Primavera, CEP: 39404-163, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil.

³ Endereço para correspondência: Endereço: Rua Jaír Renalti Castro, 651, Mangues, CEP: 39403-477, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil.

DISTRIBUCIÓN DE LOS PIVOTES CENTRALES EN LA REGIÓN DE MOSAICO DE UNIDADES DE CONSERVACIÓN EN EL SEMIÁRIDO DE MINAS GERAIS

RESUMEN: El objetivo de este estudio fue analizar la distribución espacial de los pivotes centrales en los municipios que integran un mosaico de Unidades de Conservación en el norte de Minas Gerais, evaluando los impactos potenciales de esta expansión en una región semiárida. Se utilizaron datos sobre el uso y la cobertura del suelo de la Colección 9 de MapBiomás, correspondientes a los años 1985, 2005 y 2023, complementados con la vectorización manual de pivotes no identificados por la plataforma, a partir de imágenes de los satélites Landsat 5 y 8. El análisis se basó en referencias teóricas que discuten la relación entre el riego, la conservación ambiental y la disponibilidad de agua. Los resultados indicaron un aumento significativo de la presencia de pivotes centrales en el período analizado, incluso en áreas incluidas en Unidades de Conservación, con destaque para el Área de Protección Ambiental (APA) de Serra do Sabonetal. Aunque la expansión de la agricultura de regadío contribuye al dinamismo económico local, ejerce una presión cada vez mayor sobre la disponibilidad de agua, sobre todo en la región semiárida, lo que intensifica los retos socioambientales en un territorio marcado por la escasez de agua.

Palabras clave: Conservación; Agricultura; Recursos hídricos; Sostenibilidad; Plan de Gestión.

Introdução

A água é um recurso indispensável para a vida humana, bem como sua utilização para inúmeros fins como a geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e industrial, irrigação, entre outros. Por se tratar de um recurso limitado, ainda sofre com a redução em sua disponibilidade, devido ao crescimento populacional e a expansão agrícola, embora a agricultura seja uma parte fundamental para a sobrevivência humana. (BISWAS et al., 2024).

A irrigação é a prática agrícola que reúne uma série de equipamentos e técnicas para amenizar a carência total ou parcial de água para as plantas (ANA, 2023). Conforme estudo da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2013), a área irrigada mundial ultrapassa 310 milhões de hectares. Para Monte; Pereira; Barranco, (2019), o setor agrícola é o que mais consome a água, com mais de 69% da água derivada de fontes como rios, lagos e aquíferos. Nesse cenário, o Brasil é um dos maiores produtores de alimentos, além de possuir aproximadamente 12% de toda a água doce superficial do planeta (EMBRAPA, 2025).

Com a ampliação de atividades agrícolas, faz-se o uso de programas de irrigação modernos e técnicos, sendo o sistema de pivôs central o mais utilizado, adaptando-se tanto a terrenos planos quanto a terrenos ondulados, e proporciona melhores condições para aplicar a quantidade adequada de água, atendendo às necessidades da agricultura (ALBUQUERQUE; DURÉES, 2008). Conforme a Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA), em 2022, o Brasil ocupou uma área de 1,92 milhões de hectares que aderiram à técnica de pivôs centrais e o estado de Minas Gerais corresponde a 29,2% dessa área equipada por pivôs (ANA, 2023). Esse sistema elaborado nos Estados Unidos por Frank Zyback, trata-se de um mecanismo composto por uma barra que se move em torno do eixo, gerando uma área irrigada com formato circular.

Para Bosch et al. (2018) apesar dos inúmeros benefícios, a irrigação causa diversos impactos, tais como: modificação do meio ambiente, salinização do solo, contaminação dos recursos hídricos e consumo exacerbado da disponibilidade hídrica. Nesse cenário, o Norte de Minas Gerais, área do presente estudo, recebeu projetos de irrigação por pivô central a partir de incentivos governamentais com a premissa que a agricultura irrigada representaria um importante vetor para promover o desenvolvimento de regiões do semiárido brasileiro (REIS; SILVEIRA; RODRIGUES, 2012).

Além da promoção da agricultura irrigada, destaca-se na região, a criação de unidades de conservação (UC). No Brasil, as UCs estão divididas em dois grupos: áreas de proteção integral e de uso sustentável. Esses espaços territoriais, legalmente instituídos pelo Poder Público, fundamentam-se na conservação ambiental e dentre outros atributos a preservação das águas jurisdicionais são prioritárias (BRASIL, 2000). Ou seja, as UCs contribuem não

apenas para o aspecto ambiental, como também adentram nas questões econômicas, sociais e culturais de onde estão inseridas (RODRIGUES; ROCHA; DA GAMA ALVES, 2020).

Nessa perspectiva, a área do presente estudo corresponde à união dos limites dos municípios de Januária, Bonito de Minas, Cônego Marinho, Pedras de Maria da Cruz, Miravânia, Itacarambi, São João das Missões, Manga, Ibiracatu, Varzelândia, Jaíba, Matias Cardoso e Verdelândia, situados no Semiárido Mineiro. A escolha por essa integração territorial justifica-se pela presença de um mosaico de UCs distribuídas nesses municípios, o que torna a região estratégica para a análise das interações entre a conservação ambiental e o uso intensivo dos recursos hídricos.

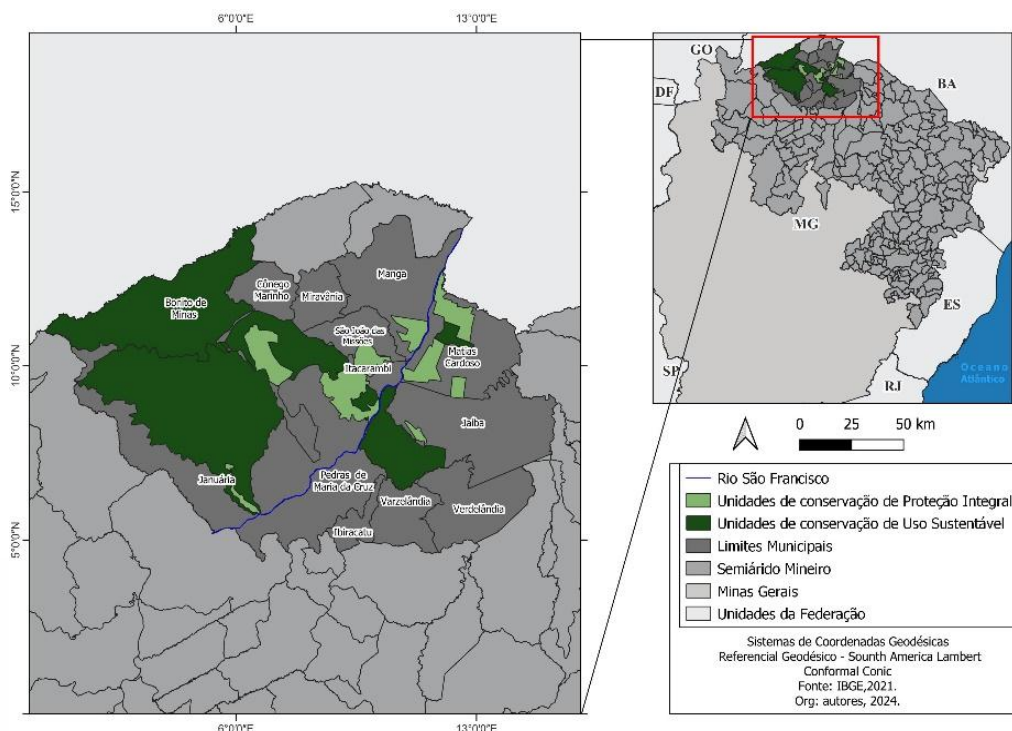
Com base nesse recorte, o estudo tem como objetivo analisar não apenas a distribuição espacial de pivôs centrais, mas também os mapas de uso e cobertura da terra da Coleção 9 do MapBiomas, com vistas à identificação dos impactos antrópicos nas UCs nos anos de 1985, 2005 e 2023. As UCs situadas nessa porção do Semiárido Mineiro (SAM) têm como finalidade, entre outros aspectos, a proteção de ecossistemas e corpos hídricos, com destaque para as áreas úmidas ao longo do rio São Francisco (BORGES et al., 2011).

Metodologia

Caracterização da área de estudos

A delimitação da área de estudo teve como base a união dos limites dos municípios envolvidos (Figura 1), formando um recorte espacial coerente com os objetivos da análise. Esse recorte contínuo abrange uma área de 23.487,95 km², dos quais 9.441,15 km² (40,2%) encontram-se sob a delimitação de Unidades de Conservação, distribuídas entre sete de Proteção Integral e cinco de Uso Sustentável (Tabela 1).

Figura 1: Mapa de Localização da Área de Proteção Ambiental - APA Serra do Sabonetal



A região é caracterizada como semiárida devido aos baixos índices de precipitação e à elevada frequência de secas. As chuvas são irregulares e concentradas entre os meses de

novembro e março, enquanto as temperaturas médias anuais variam entre 19°C e 24°C, compatíveis com um clima tropical continental de transição, entre o úmido e o semiárido. A vegetação predominante corresponde a formações típicas da zona de transição entre o Cerrado e a Caatinga, o que favorece uma elevada diversidade de espécies adaptadas às condições locais. Dentre essas formações, destacam-se as veredas, as florestas estacionais e os campos cerrados. Do ponto de vista geomorfológico, a área apresenta relevo predominantemente plano, com presença de chapadões cujas altitudes variam entre 500 e 700 metros (BETHONICO, 2009; SILVA, et al., 2023; CESC, 2023).

Tabela 1 – Justaposição de Unidades de Conservação na área de estudo

Unidade de conservação	Ano de criação	Área (hectares)
Reserva Biológica Jaíba *	05/07/1973	6.350,8
Parque Estadual Lagoa do Cajueiro *	09/10/1988	20.735,38
APA Cavernas do Peruaçu **	28/09/1989	143.353,29
Parque Estadual Veredas do Peruaçu *	28/09/1994	31.249,76
APA Bacia do Rio Pandeiros **	02/09/1995	396.401,47
Reserva Biológica Serra Azul *	08/10/1998	6.350,80
APA Serra do Sabonetal**	09/10/1998	85.442,87
Parque Estadual Verde Grande *	09/10/1998	25.561,32
APA Lajedão **	09/10/1998	11.247,50
Parque Nacional Cavernas do Peruaçu *	21/09/1999	56.447,96
APA Cochá e Gibão **	06/11/2004	28,5547, 50
Parque Estadual Mata Seca *	13/02/2009	15.367,82

*Proteção integral; ** (APA) Área de Proteção Ambiental - Uso sustentável.

Fonte: IEF (2025). Elaboração dos autores (2025).

Procedimentos metodológicos

A primeira etapa do trabalho consistiu na definição da área de estudo a partir do levantamento de informações relativo à concentração de pivôs centrais e UCs no SAM. Para isso, utilizou-se a base vetorial dos municípios, no formato *shapefile*, disponível nas plataformas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), além dos limites das UCs obtidos no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Para a análise dos pivôs centrais, foram inicialmente utilizados dados de uso e cobertura da terra disponibilizados pela plataforma MapBiomas. A partir da Coleção 9 dos mapas anuais (anos de 1985, 2005 e 2023), foram coletadas informações referentes a nove classes temáticas. Utilizando ferramentas de geoprocessamento e visando uma representação mais condizente com a realidade local, essas classes foram reclassificadas e agrupadas em seis categorias: Vegetação natural (formações da Caatinga e do Cerrado), Atividades agrícolas (áreas de lavoura ou uso agropecuário), Pastagem, Área não vegetada (solos expostos, como áreas de erosão, pastagens degradadas ou terrenos agrícolas em entressafra) e Corpos hídricos.

Devido à escala adotada pela iniciativa MapBiomas, muitos dos pivôs centrais presentes na área acabaram não sendo mapeados. Para solucionar essa limitação, foi realizada a vetorização manual utilizando imagens Landsat. Como critério de seleção das imagens, foram definidos dois marcos temporais: a implantação do projeto de irrigação Jaíba na década de 1980 e a criação da maioria das UCs no final da mesma década. Dessa forma, os dados dos pivôs centrais foram extraídos por meio da vetorização manual das imagens referentes aos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2023.

Devido à escala adotada pela iniciativa MapBiomas, muitos dos pivôs centrais presentes na área acabaram não sendo mapeados. Para solucionar essa limitação, foi realizada

a vetorização manual utilizando imagens Landsat. A seleção dos anos seguiu uma lógica temporal que permite acompanhar a trajetória da agricultura irrigada em relação aos marcos históricos e ambientais da região. Assim, foram escolhidos os anos de 1985, que marca a implantação inicial do Projeto Jaíba e antecede a criação de grande parte das Unidades de Conservação; 1995 e 2005, que representam períodos intermediários para captar a evolução gradual da irrigação e seus efeitos sobre o território; 2015, que possibilita verificar a intensificação mais recente da expansão dos pivôs centrais; e 2023, ano mais atual disponível, que fornece o retrato contemporâneo da dinâmica analisada. Dessa forma, os dados dos pivôs centrais foram extraídos por meio da vetorização manual das imagens referentes a esses cinco marcos temporais.

Nessa etapa, durante a fotointerpretação para identificação das formas circulares dos equipamentos, destaca-se que não foi feita a distinção entre pivôs centrais ativos e inativos. Isso ocorreu porque a análise teve como foco principal o mapeamento das estruturas físicas visíveis nas imagens, independentemente de estarem em operação no momento do registro. Por fim, para observar a dinâmica temporal, na etapa final, realizou-se os cálculos de área dos pivôs central e a elaboração de mapas. Todos os dados aqui mencionados foram manipulados ou elaborados por meio do *software* QGIS versão 3.28.

Resultados e Discussões

Em 2022, o uso da tecnologia de pivô central no Brasil abrangia cerca de 1,92 milhões de hectares, sendo Minas Gerais responsável por 29,2% dessa área. Assim, a área irrigada por pivôs centrais no estado totalizou aproximadamente 560.640 hectares (ANA, 2023). No SAM, o presente estudo identificou que a distribuição das áreas irrigadas por pivôs centrais apresentou uma significativa expansão ao longo do período analisado.

Nesse contexto, o projeto Jaíba, financiado pela SUDENE, ganha destaque como uma iniciativa destinada a fomentar o desenvolvimento econômico e social na região norte de Minas Gerais. Reconhecido como o maior empreendimento de agricultura irrigada na América Latina, o projeto busca promover autonomia econômica e produtiva nos municípios da região, ao mesmo tempo mitigar os efeitos da baixa precipitação no SAM, onde a média anual de chuvas varia entre 800 e 1200 mm (GOMES et al., 2016).

De acordo com as análises realizadas para o período de 1985 a 2023, as áreas irrigadas por pivôs centrais apresentaram crescimento significativo (Tabela 2). Em 1985, foram registrados 34 pivôs, irrigando uma área de 25,8 km². Já em 2005, esse número aumentou para 274 unidades, um crescimento de 706 %, enquanto a área irrigada passou para 185,8 km², representando um aumento de 621 %. Entre 2005 e 2023, o número de pivôs subiu para 490, irrigando 226,7 km², o que corresponde a um acréscimo de aproximadamente 78,8% no número de equipamentos e 22,0% na área irrigada.

Tabela 2 – Área irrigada por Pivôs na área de estudo

Ano	Área/km ²	Quantidades de Pivôs (Unidade)
1985	25,8	34
2005	185,8	274
2023	226,7	490

Fonte: Elaboração dos autores (2025).

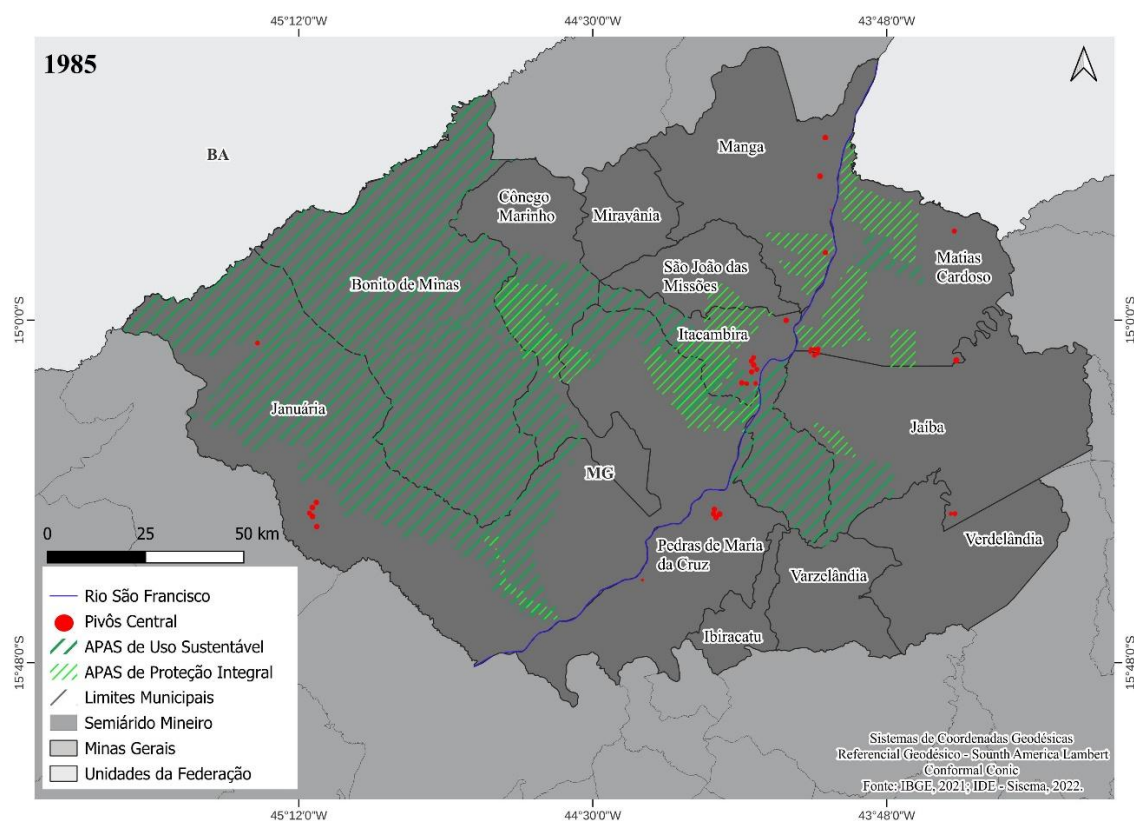
Com o objetivo de aprimorar a visualização dos resultados, foram elaborados mapas referentes aos anos de 1985, 2005 e 2023, os quais representam fases distintas da dinâmica de irrigação na região. O ano de 1985 corresponde à etapa inicial, marcada pela implantação do Projeto Jaíba; 2005 representa o período de expansão e consolidação da agricultura irrigada;

e 2023 retrata o cenário mais recente, caracterizado pelo aumento da presença de pivôs centrais em diferentes áreas do território. A seleção desses marcos temporais possibilita uma análise clara da evolução da irrigação ao longo de quase quatro décadas.

Conforme a Figura 2, em 1985, a presença dos pivôs centrais ainda era bastante restrita, com registros concentrados principalmente no município de Itacambira. A maior parte dessas estruturas encontrava-se localizada na margem esquerda do rio São Francisco, evidenciando a dependência direta desse curso d'água para a implantação inicial da agricultura irrigada na região. Essa configuração espacial reflete o caráter incipiente da atividade, limitada a áreas próximas a fontes hídricas estratégicas.

Em 1985, as UCs aparecem em hachuras, pois, à exceção da Reserva Biológica de Jaíba, ainda não haviam sido oficialmente criadas. Essa escolha de representação permite evidenciar a dinâmica territorial prévia à instituição das áreas protegidas e reforça a relevância de analisar como a expansão da agricultura irrigada passou a se sobrepor, posteriormente, aos limites dessas unidades. Assim, observa-se que a criação das UCs esteve associada à intensificação do uso do solo, refletindo os desafios de conciliar conservação ambiental e produção agrícola.

Figura 2: Distribuição dos pivôs centrais em 1985



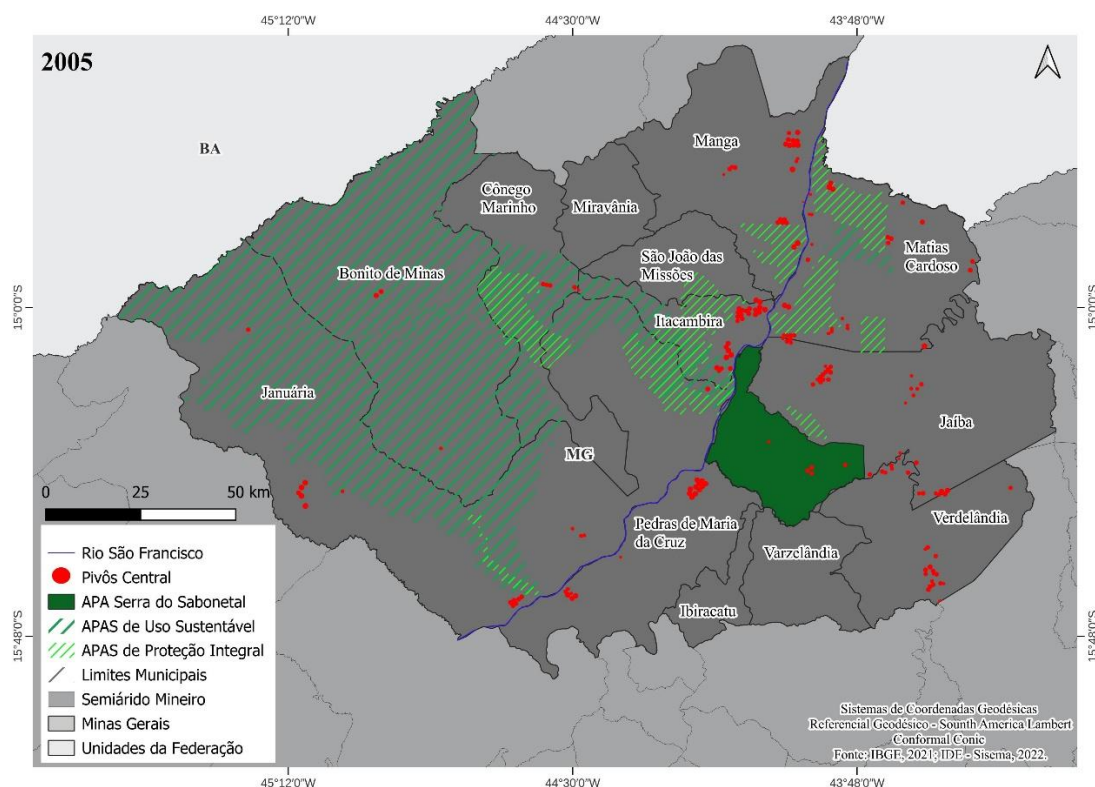
Elaboração dos autores (2025).

Posteriormente, em 2005 (Figura 3), observa-se a ampliação da distribuição dos pivôs centrais para a margem direita do rio São Francisco, sobretudo nos municípios de Matias Cardoso, Jaíba e Verdelândia. Nesse período, destaca-se também a inserção desses equipamentos no interior da Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra do Sabonetal, evidenciando a sobreposição entre a expansão da agricultura irrigada e os limites das áreas de conservação. Esse processo reforça a complexidade da gestão territorial na região, a criação das UCs também esteve associada à necessidade de compensar os impactos socioambientais decorrentes da implantação dos projetos de irrigação. Entretanto, essa implementação, muitas

vezes conduzida de forma unilateral pelo Estado, gerou conflitos com comunidades tradicionais, que tiveram sua participação e modos de vida desconsiderados (LEITE, 2023).

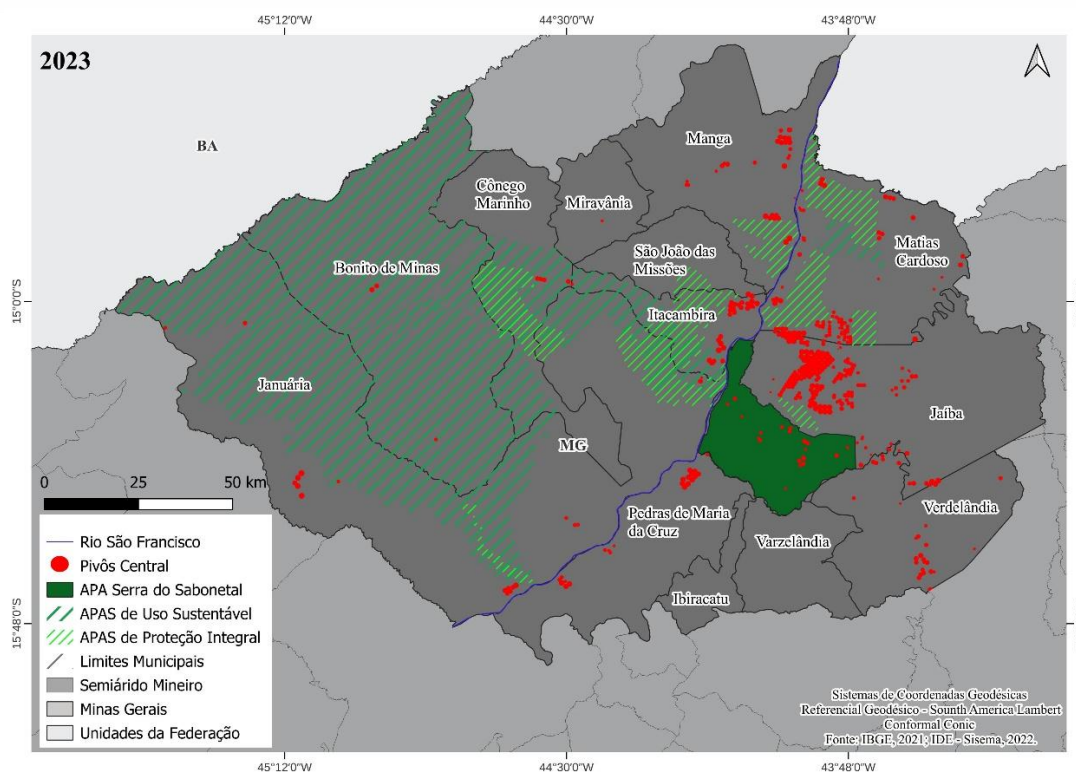
Por fim, em 2023 (Figura 4), observa-se um aumento expressivo do número de pivôs centrais na margem direita do rio São Francisco, especialmente nos municípios de Jaíba e Matias Cardoso. Nesse ano, o número de pivôs subiu para 490, irrigando 226,7 km², o que corresponde a um acréscimo de aproximadamente 78,8% no número de equipamentos e 22,0% na área irrigada em relação a 2005. Destaca-se também a intensificação da presença desses pivôs dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra do Sabonetal, evidenciando a continuidade da sobreposição entre a expansão da agricultura irrigada e os limites das áreas protegidas, reforçando os desafios de compatibilizar produção agrícola e conservação ambiental na região.

Figura 3: Distribuição dos pivôs centrais em 2005



Elaboração dos autores (2025).

Figura 4: Distribuição dos pivôs centrais em 2023



Elaboração dos autores (2025).

Desse modo, no período analisado, contata-se um crescimento expressivo na quantidade de pivôs centrais na região analisada. O aumento de 34 para 490 pivôs representa um crescimento de aproximadamente 1.341%, indicando uma intensificação significativa do uso de irrigação na região. A área total irrigada passou de 25,83 km² em 1985 para 226,75 km² em 2023, um aumento de cerca de 777%. Isso indica uma expansão territorial marcante da irrigação, impulsionando uma maior demanda por recursos hídricos.

Ressalta-se que a maior concentração desses equipamentos se encontra na porção leste da área de estudo, notadamente na margem direita do rio São Francisco. Nesse contexto, dos 226,75 km² ocupados por pivôs centrais, 112 km² localizam-se no município de Jaíba, seguido por Matias Cardoso (34 km²), Itacambira (21,1 km²), Manga (18,4 km²), Pedras de Maria da Cruz (13,6 km²), Januária (11,2 km²), Verdelândia (10,8 km²), Cônego Marinho (2,5 km²), Bonito de Minas (1,19 km²) e Miravânia (0,2 km²).

Partindo da premissa de que o aumento da demanda agrícola impacta a vegetação natural, o estudo enfatiza a quantidade de pivôs centrais em áreas de UCs na região analisada. Assim, a partir da Figura 5, observa-se o avanço dessa prática, especialmente nas UCs de Uso Sustentável, com destaque para a APA Serra do Sabonetal, sobretudo após a implantação do Projeto Jaíba no final da década de 1980. No entanto, também é possível identificar a presença de pivôs centrais em UCs de Proteção Integral, como é o caso do Parque Estadual Mara Seca e o Parque Estadual Verde Grande.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 3, verifica-se a ocorrência de pivôs centrais tanto em UCs de Proteção Integral quanto em UCs de Uso Sustentável. Embora a maior parte dessas unidades tenha sido criadas no final da década de 1990, observa-se um crescimento significativo na instalação desses equipamentos nas APAs: Sabonetal e Caverna do Peruçu. Esse incremento é particularmente evidente no ano de 2023, quando foram registrados 18 pivôs centrais na primeira e 12 na segunda UC.

Tabela 3 – Ocorrência de pivô central em Unidades de Conservação

Unidade de conservação	1985	1995	2005	2015	2023
Parque Estadual Lagoa do Cajueiro *	1			1	
APA Cavernas do Peruaçu **	3	9	10	9	12
APA Bacia do Rio Pandeiros **		1	2	1	2
APA Serra do Sabonetal**		5	4	7	18
Parque Estadual Verde Grande *		1	3	3	3
APA Cochá e Gibão **	1	2	1	1	2
Parque Estadual Mata Seca	1	3	2	2	2
Total	6	21	22	24	39

*Proteção integral; ** Uso sustentável.
Elaboração dos autores (2025).

Para representar o mapa de uso e cobertura da terra nas áreas de Unidades de Conservação (UCs), foram definidas cinco classes: Vegetação natural, Pastagem, Atividades agrícolas, Áreas não vegetadas e Corpos d'água. De acordo com a Tabela 4, em 1985, dos 9.433,4 km² delimitados por UCs, a classe Vegetação natural ocupava aproximadamente 8.676,9 km², o que correspondia a 91,9% da área total. No entanto, observa-se um decréscimo dessa cobertura ao longo do tempo, com uma perda de cerca de 273 km². Essa redução torna-se mais evidente a partir de 2005, culminando em uma área de 8.400,9 km² em 2023, ou 89,1% da área.

Essa dinâmica está relacionada, principalmente, à expansão das áreas de pastagem, que passaram de 480 km² (5,7%) em 1985 para 733,2 km² em 2023 (7,8%), um aumento de 253,2 km², equivalente a um acréscimo de 2,1% de uso dessa modalidade. A mesma dinâmica é observada na classe Atividade agrícola que ocupavam 124,6 km² (1,3%) em 2005 e passaram a abranger 262,2 km² (2,8%) em 2023. Ou seja, houve um acréscimo de 137 km², o que corrobora o aumento expressivo de pivôs centrais em Unidades de Conservação nas últimas décadas.

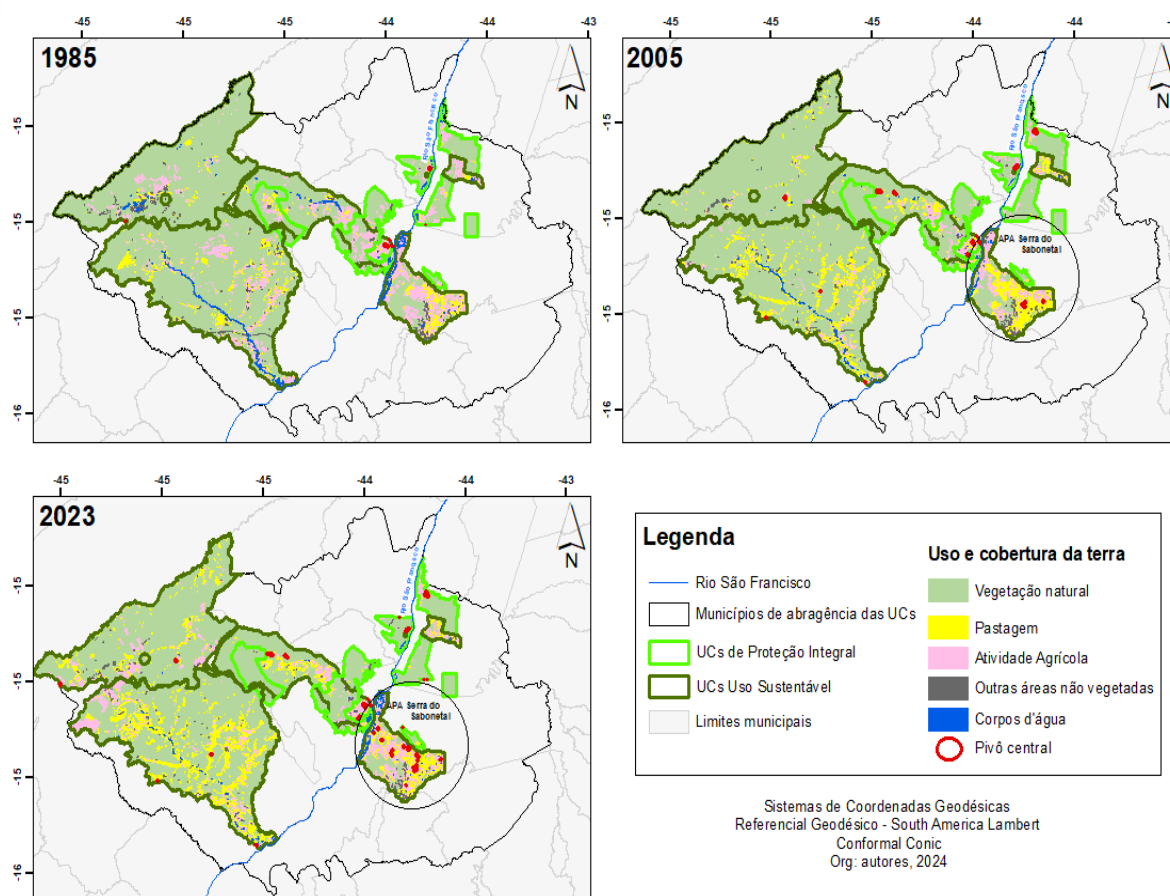
Tabela 4 – Uso e cobertura da terra na área das Unidades de Conservação

Classes	1985	1995	2005	2015	2022
Vegetação natural	8673,9	8691,2	8692,9	8498,6	8400,9
Pastagem	480,1	540,4	578,4	742,3	733,2
Atividades agrícola	208,8	146,8	124,6	153,2	262,2
Áreas não vegetada	30,1	24,1	24,0	29,0	19,2
Corpos d'água	40,5	30,9	13,6	10,4	17,8
total	9433,4	9433,4	9433,4	9433,4	9433,4

Elaboração dos autores (2025).

A Figura 5 ilustra a transformação do território ao longo do tempo, destacando a área onde posteriormente foi criada a APA Serra do Sabonetal, que em 1985 apresentava ampla cobertura de vegetação natural. Para acompanhar a evolução da ocupação e do uso da terra, foram elaborados mapas referentes aos anos de 1985, 1995 e 2005 dispostos lado a lado, permitindo uma comparação direta das mudanças espaciais.

Figura 5: Uso e cobertura da terra em Unidades de Conservação



Essa síntese possibilita visualizar a expansão espacial da agricultura irrigada desde os primeiros registros associados à implantação do Projeto Jaíba, até a intensificação contemporânea da atividade, quando a presença dos pivôs se consolida em praticamente todo o mosaico de UCs analisado. Dessa forma, evitou-se a apresentação sequencial de todos os anos avaliados, privilegiando uma abordagem comparativa que destaca a dinâmica espacial do fenômeno.

Ao longo do período analisado, verificou-se um impacto antrópico relevante, evidenciado pela ampliação das áreas destinadas ao uso agropecuário e pela diminuição da vegetação nativa, indicando mudanças significativas na dinâmica ambiental da região. Essas alterações no uso e cobertura da terra suscitam discussões importantes sobre a interação entre a expansão agrícola e a conservação dos recursos hídricos, especialmente em cenários de escassez, nos quais as Unidades de Conservação assumem papel estratégico no Semiárido Mineiro.

Diante disso, a APA da Serra do Sabonetal, identificada neste estudo como o local com maior concentração de pivôs centrais, foi instituída pelo Decreto nº 39.952, de 8 de outubro de 1998, com o objetivo principal de conservar a biodiversidade e os ecossistemas da região, com ênfase na proteção hídrica. Além de abrigar espécies da flora e fauna adaptadas às condições do bioma Caatinga, a APA desempenha um papel estratégico ao integrar os ambientes preservados da Reserva Biológica Serra Azul, proteger as áreas úmidas das margens do Rio São Francisco e salvaguardar os recursos hídricos, com destaque para os afluentes e nascentes das lagoas marginais (MINAS GERAIS, 1998).

Estudos de análise multitemporal, como Brito; Silva, (2019) e Santos et al., (2022) apontam que as Unidades de Conservação no Brasil estão sob forte pressão de atividades

antrópicas em seu entorno, sobretudo, com destaque para empreendimentos agrícolas. A intensificação do uso do solo no entorno próximo as UCs podem contribuir para a fragmentação de ecossistemas naturais, reduzindo a conectividade entre habitats e comprometendo a funcionalidade ecológica das áreas protegidas.

Nessa perspectiva, a evolução gradativa do uso de pivôs centrais em UCs, mesmo na modalidade de Uso Sustentável, levanta importantes reflexões sobre os impactos diretos na preservação ambiental, especialmente em regiões marcadas pela escassez hídrica. A irrigação em grande quantidade pode prejudicar os recursos hídricos, especialmente os afluentes marginais do Rio São Francisco, diminuindo a disponibilidade hídrica e a biodiversidade (ANA, 2019; FAO, 2013). Além disso, o uso intensivo de agrotóxicos em áreas irrigadas pode provocar a contaminação da água e degradação solos (Matos, 2020).

Os pivôs centrais de irrigação são mecanismos modernos, elaborados com o intuito de assegurar o consumo eficiente da água, minimizando perdas e elevando a produtividade agrícola (TOLEDO; ALBUQUERQUE; SOUZA, 2017). No entanto, a ampliação das áreas irrigadas pode acarretar uma quantidade excessiva na demanda por recursos hídricos, especialmente preocupante em regiões semiáridas. O semiárido, por exemplo, concentra apenas 3% das águas superficiais do país, com precipitações médias entre 300 e 800 mm anuais, e alta evapotranspiração (BRITO; SILVA, 2019).

Estudos indicam que a irrigação por pivô central pode demandar volumes significativos de água. Por exemplo, no Estado do Espírito Santo, foi estimado que 276 unidades de pivôs centrais irrigam uma área de aproximadamente 12.991,76 hectares, consumindo cerca de 33.694.344,50 m³ de água anualmente. Isso representa uma média de aproximadamente 2.592 m³ de água por hectare por ano (RIBEIRO et al., 2019). No Distrito Federal, a demanda de água para irrigação por pivô central foi estimada em 6.000 m³ por hectare por ano, considerando períodos secos (SANO et al., 2005).

Considerações finais

Durante os períodos analisados, houve um aumento das áreas irrigadas por pivôs centrais dentro das áreas de preservação ambiental. Essa situação, exige reflexão entre a expansão da atividade agrícola e a conservação dos ecossistemas do local. A irrigação pode trazer inúmeras vantagens econômicas e melhorar a produção, gerar empregabilidade local, mas seus impactos ambientais, se não controlados, podem comprometer os objetivos de preservação, notadamente em uma área de escassez hídrica, como o semiárido mineiro.

Permitir a inserção de pivôs centrais em uma APA, como a Serra do Sabonetal, especialmente em uma região semiárida, é contraditório aos objetivos de conservação e sustentabilidade. A irrigação em grande escala consome extensos volumes de água, essencial para a manutenção dos ecossistemas locais, e resulta na degradação ambiental. A preservação da área exige a adoção de práticas agrícolas mais responsáveis, que promovam o uso racional dos recursos hídricos, sem comprometer a biodiversidade e a integridade dos ecossistemas protegidos.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPQ) pelas bolsas de pesquisa.

Referências

ALBUQUERQUE, P. E. P.; DURÉES, F. O. M. **Uso e manejo de irrigação**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **ANA lança mapeamento com dados atualizados sobre agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/ana-lanca-mapeamento-com-dados-atualizados-sobre-agricultura-irrigada-por-pivos-centrais-no-brasil>. Acesso em: 25 abr. 2025.

ANAYA, F.C. “Vazanteiros em movimento”: o processo de ambientalização de suas lutas territoriais no contexto das políticas de modernização ecológica. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n.10, p. 4041–4050, 2014.

BETHONICO, M. B. M. Rio Pandeiros: território e história de uma área de proteção ambiental no Norte de Minas Gerais. **Revista Acta Geográfica**, v. 3, n. 5, p. 23–38, 2009.

BISWAS, A.; SARKAR, S.; DAS, S.; DUTTA, S.; CHOUDHURY, M. R.; GIRI, A.; BERA, B.; BAG, K.; MUKHERJEE, B.; BANERJEE, K.; GUPTA, D.; PAUL, D. A global hindrance to sustainable development and agricultural production – A critical review of the impacts and adaptation strategies. **Cambridge Prisms: Water**, [S.l.], v. 3, e4, 2024. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/cambridge-prisms-water/article/water-scarcity-a-global-hindrance-to-sustainable-development-and-agricultural-production-a-critical-review-of-the-impacts-and-adaptation-strategies/2D555E039738FE6707382635C5BD0212>. Acesso em: 20 abr. 2025.

BOSCH, A. P.; SANCHEZ, J. P. R.; VALLEJOS, A.; SANCHEZ, L. M.; SOLA, F. Impacts of agricultural irrigation on groundwater salinity. **Environmental Earth Sciences**, [s.l.], v. 77, n. 5, p. 1–14, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/S12665-018-7386-6>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Brasília, DF: MMA, 2000.

BORGES, L. A. C; REZENDE, J. L. P.; PEREIRA, J. A.A.; JÚNIOR, M. C.; BARROS, D. A. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1202-1210, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/4jVMhFMf3q69gvyMCnFBfpB/>. Acesso em: 15 abr. 2025.

BRITO, B. N. de; SILVA, E. B. da. Análise multitemporal de uso e cobertura da terra na Reserva da Biosfera do Cerrado. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 13, n. 2, p. 73–91, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/ateliê/article/view/54747>. Acesso em: 15 abr. 2025.

CECS - CENTRO DE ESTUDOS DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO. **Unimontes**. Montes Claros, [s.d.].

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Artigo – Dia Mundial da Água: uma breve reflexão**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/99203307/artigo---dia-mundial-da-agua-uma-breve-reflexao>. Acesso em: 26 abr. 2025.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **World land and water prospects**. Rome: Land and Water Development Division, 2013.

GOMES, M. L. S. et al. Dinâmicas territoriais e impactos socioambientais em comunidades vazanteiras às margens do Rio São Francisco. **Revista Desenvolvimento Social**, Montes Claros, v. 19, n. 1, p. 157–164, 2016. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/rds/article/view/1913/2036>. Acesso em: 16 mar. 2024.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Unidades de Conservação no Brasil**. [S.l.]: Instituto Socioambiental, [s.d.]. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/arp/2925>. Acesso em: 5 mar. 2025.

LEITE, P. H. C. Práticas de Estado e povos tradicionais na implementação de unidades de conservação em Minas Gerais. 2023. 120 f. **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento Social) – Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2023.

MATOS, A. T. de. **Poluição ambiental: impactos no meio físico**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2020.

MINAS GERAIS. Decreto nº 39.952, de 8 de outubro de 1998. Cria a Área de Proteção Ambiental Serra do Sabonetal. Minas Gerais: **Diário do Executivo**, Belo Horizonte, 9 out. 1998. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/DEC/39952/1998/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MONTE, B. R.; PEREIRA, J. R.; BARRANCO, J. F. Á. A agricultura irrigada na região do semiárido legal mineiro: um estudo sobre os avanços e impactos ambientais. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, [S.l.], v. 4, n. 6, p. 222–248, 2019.

REIS, P. R. C.; SILVEIRA, S. F. R.; RODRIGUES, P. E. L. Impactos da Política Nacional de Irrigação sobre o desenvolvimento socioeconômico da região Norte de Minas Gerais: uma avaliação do Projeto Gorutuba. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 4, p. 1063-1089, ago. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-76122012000400010>. Acesso em: 20 mar. 2025.

RIBEIRO, W. R.; GONÇALVES, M. S.; PINHEIRO, A. A.; SALES, R. A.; GUIDINELLE, R. B.; REIS, E. F. Estimativa da demanda hídrica e área irrigada por pivô central no Estado do Espírito Santo. **IRRIGA**, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 274–288, 2019. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/2941>. Acesso em: 17 fev. 2025. Acesso em: 19 mar. 2025.

RODRIGUES, L. F. T.; ROCHA, C. H. B.; DA GAMA ALVES, R. A qualidade ambiental de nascentes dentro e fora de Unidades de Conservação no sudeste do Brasil. **Oecologia Australis**, v. 24, n. 1, p. 154-163, 2020. Disponível em: <https://scispace.com/papers/a-qualidade-ambiental-de-nascentes-dentro-e-fora-de-unidades-11m6ig5q83>. Acesso em: 20 abr. 2025.

SANO, E. E., LIMA, J. E., SILVA, E. M., & OLIVEIRA, E. C. Estimativa da variação na demanda de água para irrigação por pivô-central no Distrito Federal entre 1992 e 2002. **Engenharia Agrícola**, 25, 508-515. 2005 Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162005000200025>. Acesso em: 19 abr. 2025.

SANTOS, C. A.; VARGAS, R.; CARVALHO, V. R.; PINHEIRO, V. M.; SANTOS, P. R. A.; DIAS, F. F. Spatio-Temporal Evolution of Environmental Dynamics in Guaratiba State

Biological Reserve and its Surroundings, Rio de Janeiro, Brazil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 23, n. 90, p. 120–138, 2022.

SILVA, L. A. P.; SILVA, C. R.; SOUZA, C. M. P.; BOLFE, E. L.; SOUZA, J. P. S.; LEITE, M. E. Mapeamento da aridez e suas conexões com classes do clima e desertificação climática em cenários futuros – Semiárido Brasileiro. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 35, 2023. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1154512>. Acesso em: 26 abr. 2025.

SNUC – SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA (Brasil). **Lei nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente.

TOLEDO, C. E.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; SOUZA, C. M. P. Eficiência da aplicação da água por pivô central em diferentes regiões de Minas Gerais. **IRRIGA**, [S. l.], v. 22, n. 4, p. 821–831, 2017. DOI: 10.15809/irriga.2017v22n4p821-831. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/2334>. Acesso em: 10 mar. 2025.

Recebido em: 31/05/2025.
Aprovado para publicação em: 25/08/2025.