

Uso de técnicas de geoprocessamento para identificação de áreas aptas à irrigação por pivô central no município de Alfenas-MG

Use of geoprocessing techniques to identify areas suitable for central pivot irrigation in the municipality of Alfenas-MG

Uso de técnicas de geoprocesamiento para identificar áreas aptas para riego por pivote central en el municipio de Alfenas-MG

João Pedro dos Santos – joao.pedro10@unesp.br
Mestrando pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola
UNESP - Botucatu
Orcid : <https://orcid.org/0000-0001-8214-6916>

Ana Laura Paula de Oliveira – ana.lp.oliveira@unesp.br
Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola
UNESP - Botucatu
Orcid : <https://orcid.org/0009-0006-9875-5250>

Resumo

O uso da irrigação é considerado uma das mais importantes tecnologias que visam aumentar a produtividade das culturas. A utilização de técnicas de geoprocessamento é uma estratégia primordial de suporte para a tomada de decisão quanto a implantação do sistema de irrigação. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar as áreas aptas para a implantação do sistema de irrigação por pivô central, através de técnicas de geoprocessamento, no município de Alfenas - MG. Essa análise foi realizada por meio do emprego de ferramentas de geoprocessamento, com dados disponibilizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, MapBiomias e USGS, manipulados pelo software livre QGIS. Como resultado, obteve-se que apenas 2,5% da área do município é irrigada por pivô central. Em uma análise, constatou-se que 79% da área de estudo apresenta declividade inferior a 20%, favorecendo a implantação de um sistema de irrigação. A metodologia aplicada pode ser considerada eficiente para a caracterização de áreas aptas à irrigação por pivô central, podendo ser uma alternativa para a tomada de decisão.

Palavras-chave: Agricultura irrigada, Declividade, Geotecnologias, Recursos hídricos.

Abstract

The use of irrigation is considered one of the most important technologies that aim to increase crop productivity. The use of geoprocessing techniques is a primary support strategy for decision-making regarding the implementation of the irrigation system. That way, the present work aimed to characterize the areas suitable for the implementation of agriculture irrigated by central pivot, through geoprocessing techniques, in the municipality of Alfenas - MG. This analysis was carried out using geoprocessing tools, with data made available by the National Water and Basic Sanitation Agency, MapBiomias and USGS, manipulated by the free software QGIS. As a result, it was found that only 2.5% of the municipality's area is irrigated by central pivot. In an analysis, it was found that 79% of the study area has a slope of less than 20%, favoring the implementation of an irrigation system. The methodology applied can be considered efficient for characterizing areas suitable for central pivot irrigation, and can be an alternative for decision making.

Key words: Irrigated agriculture, Slope, Geotechnologies, Water resources.

Resumen

El uso del riego es considerado una de las tecnologías más importantes que tienen como objetivo aumentar la productividad de los cultivos. El uso de técnicas de geoprocésamiento es una estrategia de apoyo primordial para la toma de decisiones respecto a la implementación del sistema de riego. Por lo tanto, el presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar las áreas aptas para la implementación del sistema de riego de pivote central, mediante técnicas de geoprocésamiento, en el municipio de Alfenas - MG. Este análisis se realizó mediante herramientas de geoprocésamiento, con datos puestos a disposición por la Agencia Nacional de Agua y Saneamiento, MapBiomas y USGS, manipulados por el software libre QGIS. Como resultado se encontró que sólo el 2,5% del área del municipio es irrigado por pivote central. En un análisis se encontró que el 79% del área de estudio tiene una pendiente menor al 20%, favoreciendo la implementación de un sistema de riego. La metodología aplicada puede considerarse eficiente para caracterizar áreas aptas para riego por pivote central, y puede ser una alternativa para la toma de decisiones.

Palabras clave: Agricultura de regadío, Pendiente, Geotecnologías, Recursos hídricos.

Recebido em: 27/06/2024
Aceito: 04/08/2024
Publicado: 10/10/2024.

Introdução

A prática da irrigação se deu início na pré-história, onde o homem desviava cursos d'água para irrigar suas plantações, o que possibilitou o estabelecimento de pessoas em regiões de secas, como ao longo do rio Nilo no Egito e nos rios Eufrates na Mesopotâmia (Testezlaf, 2017). No Brasil a prática da irrigação iniciou-se em 1900, no estado do Rio Grande do Sul para o cultivo de arroz. Se difundindo para os demais estados a partir das décadas de 1970 e 1980, devido a grande expansão agrícola e a escassez hídrica em algumas regiões do país, como no Semiárido brasileiro, onde grande parte da agricultura desta região necessita de aplicação de água de irrigação (ANA, 2019).

Em relação aos sistemas de irrigação encontrados para a agricultura moderna, há quatro métodos de irrigação comumente usados, em que são classificados de acordo com a forma de aplicação da água, sendo por aspersão, localizada, subterrânea e por superfície (Testezlaf, 2017). Dentre os sistemas de irrigação, o mais popularizado na agricultura brasileira é o pivô central, em que através de estudos realizados por Guimarães e Landau (2020), utilizando geoprocessamento, foi possível identificar 22.292 pivôs centrais no ano de 2020, sendo uma área irrigada de 1.612.617,3 ha.

O primeiro registro de pivô central no Brasil foi em 1979, no município de Brotas, em São Paulo, e de lá pra cá, sua popularidade vem crescendo cada vez mais, tendo como projeção de 4,2 milhões de hectares irrigados no Brasil até 2040 (ANA, 2019). Segundo Guimarães e Landau (2020), Minas Gerais apresenta o maior número de áreas irrigadas com pivô central, com uma área de 501.183,6 ha, distribuídas em 8.541 equipamentos, destacando os municípios de Paracatu-MG 72.726 ha e Unaí-MG 71.573 ha.

Embora o Brasil seja um país privilegiado pela disponibilidade hídrica, o país vem enfrentando momentos de escassez, devido a distribuição desigual entre os estados e mau uso de seus recursos hídricos (Embrapa, 2013). Para que os projetos de irrigação possam ser colocados em prática, necessitam ser implantados em áreas que apresentam abundância de água, em qualidade e quantidade suficiente para suprir as exigências da cultura. Entretanto, além da disponibilidade hídrica, o solo e a declividade do terreno são fatores imprescindíveis a serem considerados para implantação do pivô central (Moreira, 2018).

A tecnologia de sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas, através do geoprocessamento, traz contribuições que podem auxiliar nos processos de avaliação ambiental. Neste contexto, o geoprocessamento tem se mostrado uma ferramenta crucial, trazendo informações mais amplas, precisas e com agilidade (Waldner et al., 2021). A aplicação do geoprocessamento permite a identificação de áreas propícias ao cultivo, identificação de áreas potenciais para a implantação de irrigação por pivô central, mapeamento de áreas irrigadas por pivô, dentre outras aplicações no meio rural, fornecendo informações que auxiliam a agricultura na tomada de decisões (Waldner et al., 2021).

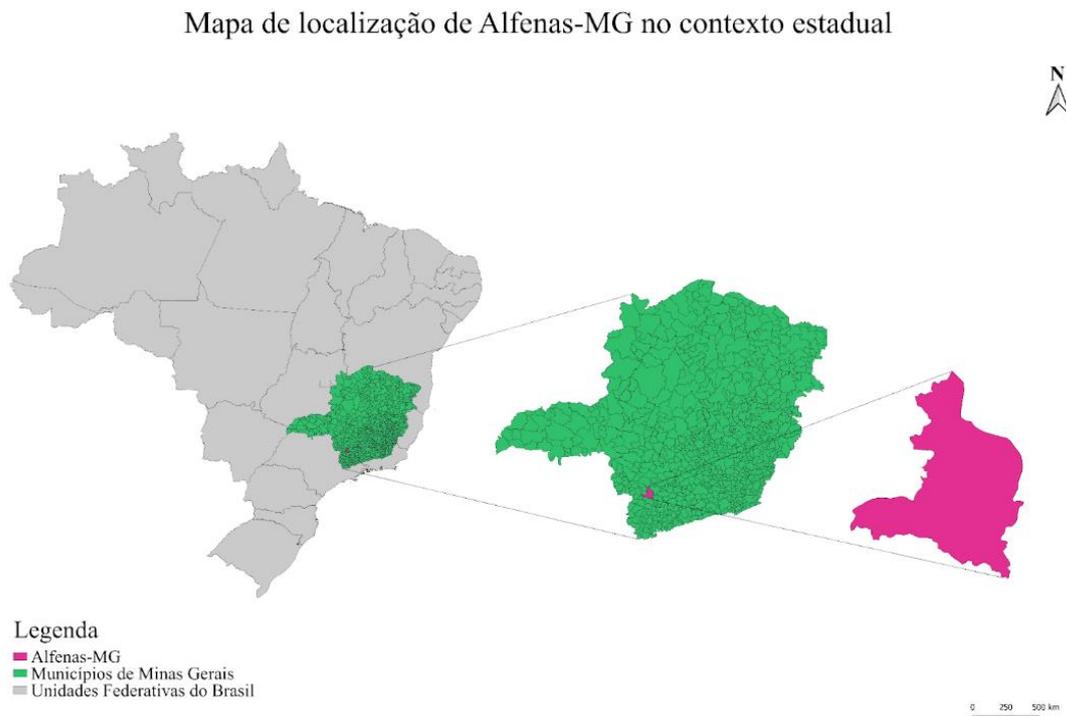
Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar as áreas aptas para a implantação do sistema de irrigação por pivô central, através de técnicas de geoprocessamento, no município de Alfenas - MG.

Desenvolvimento

2.1 Área de estudo

O município de Alfenas apresenta uma superfície territorial de 850,446 km² e uma população de 78.970 mil habitantes, participa do grupo de 34 municípios que compõem o circuito dos Lagos da Represa de Furnas, localizado no Sul do estado de Minas Gerais IBGE (2022). Os municípios limítrofes são: Areado, Alterosa, Campos Gerais, Campos do Meio, Carmo do Rio Claro, Divisa Nova, Fama, Machado, Paraguaçu e Serrania. A altitude média de Alfenas é de 880m, apresentando um clima tropical moderado úmido, com invernos de 2 a 4 meses e déficit hídrico pequeno, entre 10 a 30mm, sendo o regime de precipitações médio é de 1.261mm (Figura 1) (Martins et al., 2018).

Figura 1: Mapa de localização do município de Alfenas - MG no contexto estadual.



Fonte: Autores.

2.2 Bacia Hidrográfica do Rio Grande

A Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) está localizada na Região Sudeste do Brasil (Figura 2), entre as divisas dos estados de Minas Gerais e São Paulo, sua área de drenagem é de 143.437,79km² sendo 57.092,36 km² (39,80%) no estado de São Paulo e 86.345,43 (60,20%) em de Minas Gerais (Porto e Porto, 2008).

Os principais afluentes do Rio Grande são os rios Sapucaí, Pardo e Turvo, localizados à margem esquerda. Os rios principais são o rio Verde (estadual), Capivari, Sapucaí-Mirim e Mogi-Guaçu (federais) localizados à margem esquerda. Na margem direita apresentam os rios das Mortes, Jacaré, Santana, Pouso Alegre, Uberaba e Verde, esses sendo importantes rios estaduais.

Figura 2. Localização da bacia hidrográfica do Rio Grande no território brasileiro.



Fonte: IPT (2008).

O Rio Grande é reconhecido nacionalmente por seu potencial energético, bem como possui importância econômica e social. Ao longo do seu curso, foram instaladas treze barragens, sendo elas Alto Rio Grande, Camargos, Itutinga, Funil, Furnas, Marechal Mascarenhas de Moraes, Estreito, Jaguará, Igarapava, Volta Grande, Porto Colômbia, Marimbondo e Água Vermelha.

A Bacia Hidrográfica do Rio Grande (GD) é composta por 8 circunscrições hidrográficas, sendo GD1 nascentes do rio Grande até a confluência com o rio das Mortes, GD2 sendo região das bacias dos rios das Mortes e Jacaré, GD3 região do entorno do reservatório de Furnas, GD4 bacia do rio Verde, GD5 bacia do rio Sapucaí, GD6 bacias dos rios Mogi-Guaçu e Pardo, GD7 Região do entorno do reservatório de Mascarenhas de Moraes (Peixoto) e Ribeirão Sapucaí e GD8 baixo curso do rio Grande a jusante do reservatório de Mascarenhas de Moraes (Peixoto).

2.3 Camadas de informações e dados cartográficos

O presente estudo foi realizado com o auxílio do software livre QGIS 3.26.2 para manipulação dos dados vetoriais como pontos, linhas e polígonos. Para a tomada de decisão quanto a aptidão da área, foram consideradas três variáveis,

sendo elas uso e ocupação do solo, corpos hídricos e declividade do terreno (Barros et al., 2020).

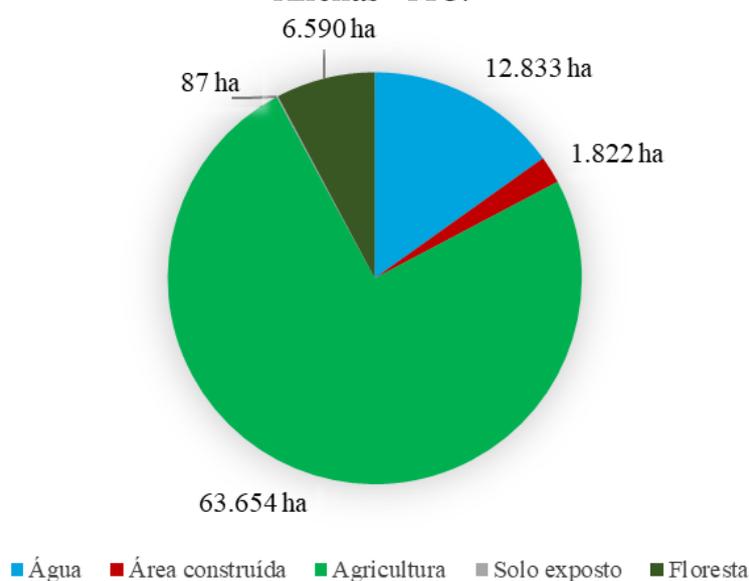
Os dados de uso e cobertura do solo foram adquiridos através do portal GeoAplicada, dados estes que estavam disponíveis no formato *shapefile*. Foi realizada a correção da geometria no próprio programa do QGIS, com a ferramenta GRASS, em sequência realizou-se a projeção da camada para o sistema de coordenadas SIRGAS 2000 e projeção UTM zona 23S. Os dados foram trabalhados respeitando as classes definidas como água, área construída, agricultura, solos expostos e floresta com as respectivas áreas da Tabela 1, representada na Figura 3.

Tabela 1. Classe de uso e ocupação do solo e respectivos pesos referentes a aptidão para instalação de irrigação.

Característica	Atributos	Área (ha)	Peso (9-1)
Água	Não agrícola	12.892	Restrito
Área construída	Não agrícola	1.822	Restrito
Agricultura	Agrícola	63.654	9
Solo exposto	Agrícola	87	7
Floresta	Não agrícola	6.590	Restrito

Fonte: Autores.

Figura 3. Divisão do uso e ocupação do solo, em hectares, no município de Alfenas - MG.



Fonte: Autores.

Para a elaboração do mapa de corpos hídricos foram utilizados os dados de hidrografia do estado de Minas Gerais por meio de imagens de satélites disponibilizadas pelo MapBiomas (MapBiomas, 2019).

O mapa teve como objetivo identificar corpos hídricos nas proximidades das áreas agrícolas, pois são estes que fornecerão água para o funcionamento do sistema de irrigação. Isso porque as distâncias dos corpos hídricos têm ligação direta com o custo de implantação, pois, quanto maior a distância, maior será o custo para a implantação do sistema (Frizzone e Andrade Júnior, 2005).

Dessa forma, as classes dos corpos hídricos, assim como seus pesos, foram definidos em função do custo de implantação do sistema de irrigação por pivô central (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação de corpos hídricos e peso para implantação do sistema de irrigação por pivô central.

Distância de corpo hídrico (m)	Características	Peso (9-1)
0 a 1.000	Custo baixo de implantação	9
1.000 a 2.000	Custo médio de implantação	7
2.000 a 4.000	Custo alto de implantação	5
> 4.000	Custo elevado de implantação	3

Fonte: Autores.

Os dados no formato matricial para elaboração do mapa de declividade para a área de estudo foram obtidos através do *United States Geological Survey* (USGS). Para cobrir o município, foi elaborado um mosaico de três cenas e executado no Modelo Digital de Elevação (MDE). A declividade foi extraída em porcentagem através da ferramenta raster, realizou-se a reclassificação da declividade conforme classificação da Embrapa (Embrapa, 2013) (Tabela 3).

Tabela 3. Classificação da declividade e peso referente a aptidão para implantação de sistema de irrigação por pivô central.

Declividade (%)	Atributos	Peso (9-1)
0 a 3	Plano	9
3 a 8	Suave Ondulado	7
8 a 20	Ondulado	5
20 a 45	Forte Ondulado	1
45 a 75	Montanhoso	1
>75	Escarpado	1

Fonte: Autores.

2.4 Analytic Hierarchy Process (AHP)

A metodologia *Analytic Hierarchy Process* ou AHP foi desenvolvida por Thomas L. Saaty por volta dos anos 1980. Foi uma das primeiras metodologias desenvolvidas para a tomada de decisão, que permite lidar de forma intuitiva, racional ou irracional. Com o objetivo de organizar os fatores em uma hierarquia, que varia de 1 a 9 (Tabela 4), efetua-se a comparação dois a dois entre as variáveis para estipular a importância de cada um. Sendo o valor 1 denominado como áreas menos aptas e o valor 9 indica áreas mais aptas (Dias, 2015).

Tabela 4. Escala Fundamental de Saaty (1980).

Valor	Definição	Justificativa
1	Igual importância	As duas atividades contribuem de forma igual para o objetivo
2	Importância moderada de um sobre o outro fator	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade sobre a outra
5	Essencial ou forte importância	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade sobre a outra
7	Importância muito forte	Uma atividade é fortemente favorecida comparada a outra
9	Importância Extrema	A evidência favorece uma atividade sobre a outra de forma mais expressiva possível
2,4,6,8	Valores intermediários	Quando se procura a condição de compromisso entre as atividades

Fonte: Adaptada (Saaty, 1980).

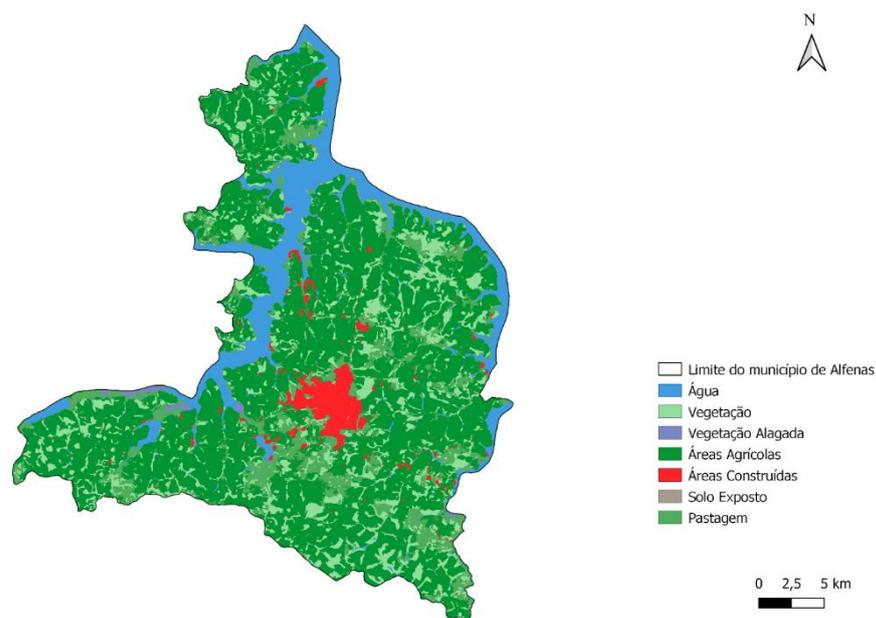
2.5 Pivôs centrais instalados no município

Para a obtenção dos recortes de pivôs centrais no município foi utilizada a camada vetorial shapefile obtida através dos arquivos de ano base 2019 do portal ANA (ANA, 2019). O arquivo foi reprojetoado para o sistema de coordenadas SIRGAS 2000, UTM 31983 zona 23s, e realizou-se o recorte da camada, utilizando o recorte de vetor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

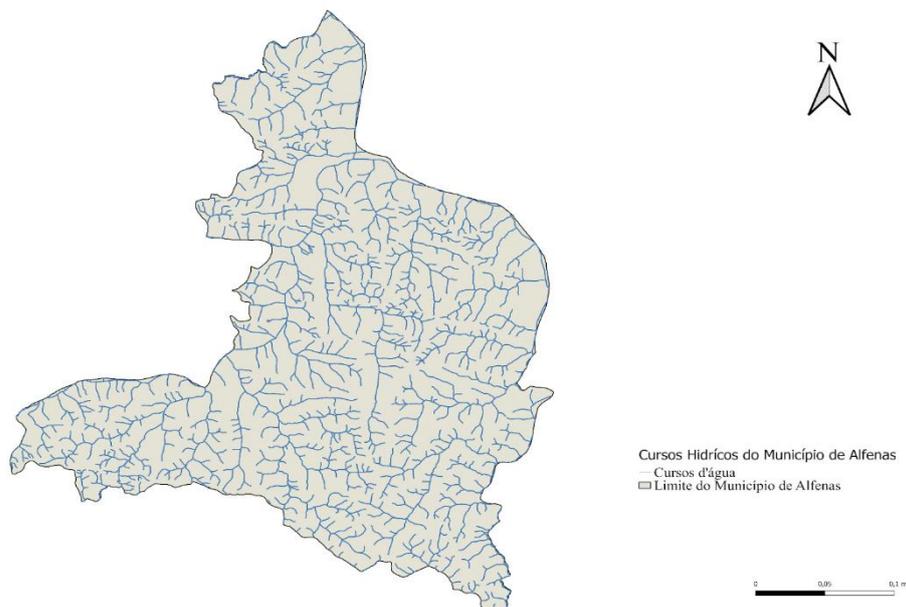
Antes de qualquer tomada de decisão na agricultura, deve-se realizar um planejamento e analisar a viabilidade da prática. Com base na metodologia aplicada, buscou-se atender ao objetivo proposto no trabalho para a caracterização de áreas propícias à irrigação por pivô central, com a utilização de técnicas de geoprocessamento.

Os dados obtidos no processamento de uso e cobertura do solo mostram que 75%, ou seja, 63.741 hectares da área de estudo apresentam aptidão agrícola, enquanto 21.245 hectares, o que representa 25% da área do município, foram consideradas como restritas à prática da agricultura (Figura 4).

Figura 4. Uso e ocupação do solo do município de Alfenas - MG.

Fonte: Autores.

Através do mapa de corpos hídricos (Figura 5), todo o município é circundado pela bacia do Rio Grande, sendo este parâmetro diretamente relacionado ao custo de produção para instalação de um sistema de irrigação. Isto porque o custo de implantação do sistema de pivô central tem ligação direta com a disponibilidade hídrica da região, comprometendo os custos com tubulações e dimensionamento de bombas (Frizzone e Andrade Júnior, 2005).

Figura 5. Corpos hídricos no município de Alfenas-MG

Fonte: Autores.

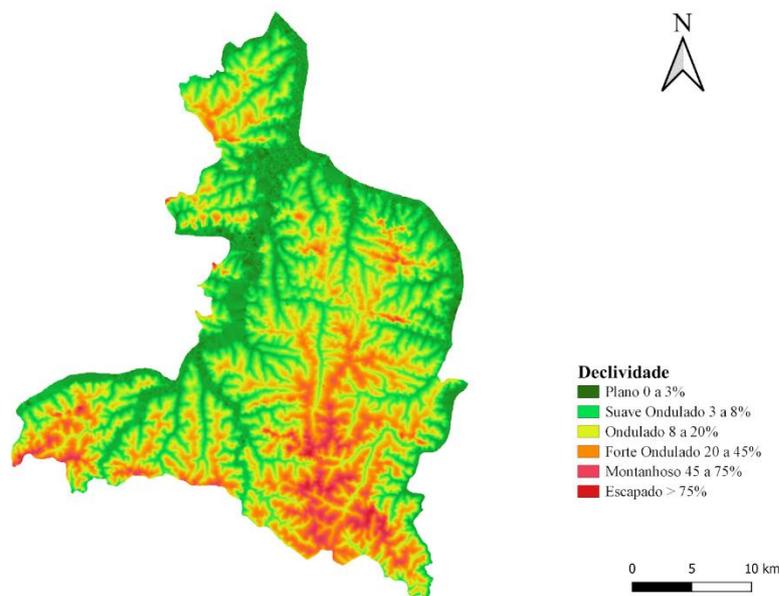
Conforme a Tabela 5, a declividade predominante no município de Alfenas é classificada como ondulado, entretanto, aproximadamente 93% da área de estudo apresenta declividades menores que 20% (Figura 6), representando 79% da área agricultável. Este declive favorece em partes a implantação do sistema de irrigação por pivô central, baseado no critério de quanto mais plano, maior a viabilidade para a implantação do sistema (Frizzone e Andrade Júnior, 2005).

A declividade é uma das variáveis mais importantes a ser avaliada para que seja possível implantar um sistema de irrigação por pivô central, pois o sistema apresenta maior viabilidade em áreas planas com declividade de até 15% (Testezlaf, 2017). Entretanto, o sistema opera em declividades de até 30%, se realizado ajuste na distância entre os vãos (Moraes et al., 2014).

Tabela 5. Classes de declividade e suas respectivas áreas.

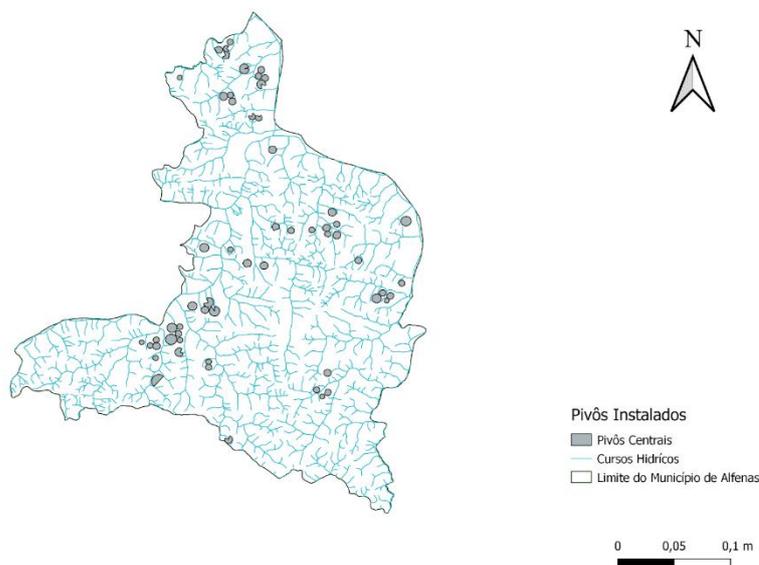
Declividade (%)	Área (ha)	%
0 a 3	13582,30	15,97
3 a 8	18947,40	22,28
8 a 20	46449,10	54,61
20 a 45	6022,60	7,08
45 a 75	43,14	0,05
>75	0,06	0,0007

Fonte: Autores.

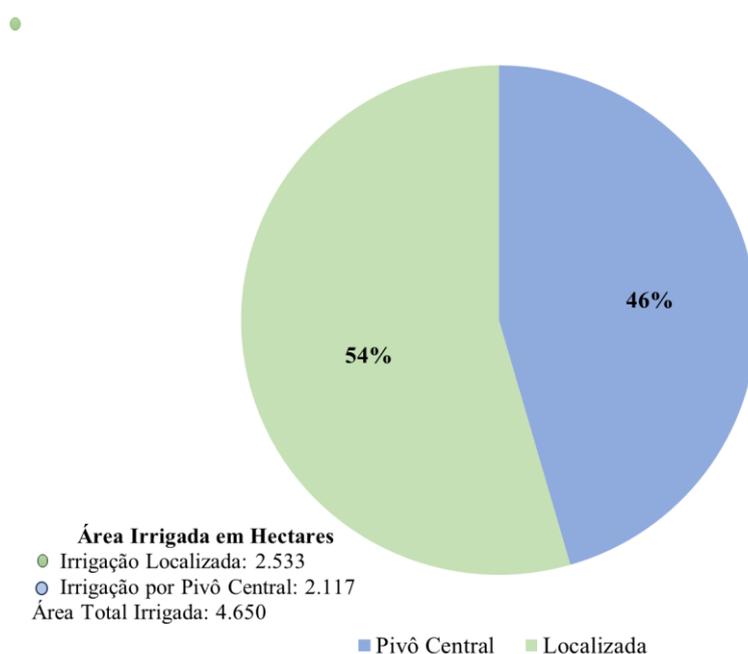
Figura 6. Declividade do município de Alfenas - MG.

Fonte: Autores.

O município de Alfenas conta com 58 pivôs centrais instalados (Figura 7), com uma área irrigada de 2.117 ha (Figura 8), correspondente a 46% da área total irrigada, contudo, apenas 2,5% da área estudada é equipada com pivôs centrais. Sua proximidade com os cursos d'água torna a implantação de pivôs centrais para irrigação um ato favorável para a agricultura local.

Figura 7. Pivôs centrais instalados no município de Alfenas - MG.

Fonte: Autores.

Figura 8. Área irrigada no município de Alfenas - MG em hectares.

Fonte: Autores.

O município de Alfenas possui grande capacidade de expandir a área agrícola com sistema de irrigação por sistema de pivôs centrais, isso porque, dos 63.741 hectares de área agrícola e solo exposto do município, apenas 4.650 hectares apresentam algum tipo de sistema de irrigação.

Dessa forma, considerando os parâmetros estudados, o município possui um quantitativo considerável de áreas com potencial de ampliação de produção vegetal, sem a necessidade de novas fronteiras agrícolas, considerando usar o sistema de irrigação para aumentar a produtividade das culturas sem aumentar as áreas cultivadas.

Considerações Finais

O município de Alfenas dispõe de uma grande área agricultável, em que aproximadamente 93% de sua área possui declividades inferiores a 20%, sendo propício para a instalação do sistema de irrigação por pivô central. Entretanto, apenas 2,5% desta área é irrigada por pivô central.

Dessa forma, a metodologia empregada mostrou-se eficaz, em que possibilitou gerar informações que poderão ajudar os produtores na tomada de decisão quanto a implantação deste tipo de sistema de irrigação no município.

Sugere-se futuros trabalhos que abordem estudos sobre o curso d'água presente na área de estudo, para avaliar se tem potencial para suprir a demanda de água necessário para a implantação do sistema de irrigação por pivô central.

Referências

ANA - Agência Nacional de Águas. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil**. Agência Nacional de Águas, Embrapa Milho e Sorgo. 2º ed. Brasília: ANA, 2019.

BARROS, A.C.; MINHONI, R.T.A.; LIMA, A.A. & BARROS, Z.X. Identificação de terras potenciais para irrigação por pivô central mediante técnicas de geoprocessamento. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 32329-32343, 2020. DOI:10.34117/bjdv6n5-614

DIAS, E.M.P.S. **Modelo de apoio à decisão multicritério para seleção de fornecedores de azeite**. Dissertação (Mestrado em modelação, análise de dados e sistemas de apoio à decisão) – Faculdade de Economia da Universidade de Porto. Porto, Portugal, 2015.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013.

FRIZZONE, J.A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. **Planejamento de irrigação: análise de decisão de investimento**. Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

GUIMARÃES, D.P. & LANDAU, E.C. (2020). **Georreferenciamento dos Pivôs Centrais de Irrigação no Brasil: Ano Base 2020**. Embrapa Milho e Sorgo, 2020.

IBGE, 2022. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Brasília. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/alfenas/panorama>. Acesso em: 07 de outubro de 2023.

MAPBIOMAS 2019. **Coleção 5 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas1?cama_set_language=pt-B. Acesso em: 15 de junho de 2024.

MARTINS, F.B.; GONZAGA, G.; SANTOS, D.F.; REBOITA, M.S. Classificação climática de köppen e de thornthwaite para Minas Gerais: Cenário atual e projeções futuras. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n.1, p.129-156, 2018.

MORAES, M.J.; FILHO, D.O.; MANTOVANI, E.C.; MONTEIRO, P.M.B.; MENDES, A.L.C.; DAMIÃO, J.H.A.C. Automação em sistema de irrigação tipo pivô central para economia de energia elétrica. **Engenharia Agrícola**, v.34, n.6, p.1075-1088, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162014000600005>

MOREIRA, G. A. M. **Potencial das terras para irrigação da fazenda experimental Lageado, Botucatu SP, por geoprocessamento.** (Dissertação de mestrado). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

TESTEZLAF, R. (Org.) **Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações.** 1º ed. Campinas, SP: Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP, 2017.

WALDNER, F.; DIAKOIANNIS F. I.; BATCHELOR, K.; CICCOTOSTO-CAMP, M.; COOPER-WILLIAMS, E.; HERRMANN, C., MATA, G. & TOOVEY, A. Detect, Consolidate, Delineate: Scalable Mapping of Field Boundaries Using Satellite Images. **Remote Sensing**, v.13, n.11, p.2197, 2021. <https://doi.org/10.3390/rs13112197>