



GEOTECNOLOGIAS APLICADA NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS APTAS A IMPLANTAÇÃO DE IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL NO CERRADO

L. F. Gomes¹; J. A. B. Soares²; L. N. S. Santos³; P. R. Giongo⁴

RESUMO: Para a consideração da aptidão de áreas para irrigação as geotecnologias são ferramentas que podem oferecer apoio a tomada de decisão para o planejamento do setor. Neste trabalho é apresentado uma investigação dos componentes espaciais como: classes de solos (CS), declividade do terreno (DT) distâncias dos canais de drenagens (DC) e uso do solo (US) e a interação desses elementos para a implantação da irrigação por pivô central. Objetivou-se realizar a análise da aptidão de áreas para irrigação na região do Cerrado, Sudoeste de Goiás, com abordagem na metodologia de análise de multicritério. A metodologia considera a análise combinada de diferentes planos de informações para gerar um mapa síntese. As variáveis do plano de informação foram reclassificadas com pesos de 1 a 9, demonstrando a influência de cada elemento no fenômeno considerado. Em seguida os mapas das variáveis foram submetidos a análise ponderada $(0,1*CS) + (0,1*DT) + (0,4*DC) + (0,4*US)$. O tratamento das informações e elaboração dos mapas foram realizados utilizando o *software* QGIS 2.16.2. Como resultado, foi possível realizar uma análise qualitativa e quantitativa das terras para a aptidão da irrigação por pivô central. A distância dos canais de drenagem e o uso e cobertura do solo foram as variáveis que mais influenciaram nas áreas com pouca aptidão.

PALAVRAS-CHAVE: Cerrado, Geotecnologias, irrigação,

GEOTECHNOLOGY APPLIED IN THE IDENTIFICATION OF AREAS APTAS THE IMPLANTATION OF IRRIGATION BY CENTRAL PIVOT IN THE SAVANNA

ABSTRACT: For the consideration of the aptitude of areas for irrigation the geotechnologies are tools that can support the decision making for the planning of the sector. This work presents an investigation of the spatial components such as: soil classes (CS), slope of the terrain (DT), distances of drainage channels (DC) and land use (US) and the interaction of these elements for

¹ Mestrando em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade - IF Goiano/Campus Rio Verde

² Acadêmica de Engenharia Agrícola – UEG/ Santa Helena de Goiás

³ Professor, doutor – IF Goiano Campus Rio Verde

⁴ Professor, doutor – UEG Campus Santa Helena

the implantation of irrigation by Pivot. The objective of this study was to analyze the aptitude of irrigation areas in the Savanna region, southwest of Goiás, with an approach in the methodology of multicriteria analysis. The methodology considers the combined analysis of different information plans to generate a synthesis map. The variables of the information plane were reclassified with weights from 1 to 9, demonstrating the influence of each element in the phenomenon considered. Then the maps of the variables were weighted $(0.1 * CS) + (0.1 * DT) + (0.4 * DC) + (0.4 * US)$. The information processing and mapping were performed using QGIS software 2.16.2. As a result, it was possible to perform a qualitative and quantitative analysis of the lands for pivot irrigation aptitude. The distance of the drainage channels and the use and cover of the soil were the variables that most influenced the areas with little aptitude.

KEYWORDS: Geotechnology, irrigation, Savanna

INTRODUÇÃO

A ocupação do espaço territorial rural brasileiro é associada ao crescimento acelerado com pouca gestão e planejamento em alguns setores, a longo prazo a ocupação desordenada pode ser associada a graves problemas sociais, ambientais e econômicos, gerando impactos negativos em escala local ou regional (SILVA et al., 2015). As ferramentas de gerenciamento de informações geográficas são alternativas para o planejamento e modelagem de várias abordagens, como a utilização e desenvolvimento de Sistemas de Informações Geográficas - SIG (VASCONCELOS et al., 2013).

No SIG podem ser elaborados e manipulados vários planos de informações contendo dados espaciais, essas características permitem a modelagem e sintetização de fenômenos naturais ou antrópicos; por exemplo a aplicação da análise multicritério (SILVA et al., 2014). A análise multicritério considera várias feições contendo diferentes informações da superfície terrestres e sintetiza esses dados em uma única feição utilizando modelos matemáticos (SILVA et al., 2014). Essa abordagem permite a delimitação de áreas suscetíveis a erosões (SILVA et al., 2014; PINTO, et al., 2015; NOVAK et al., 2016), bem como a seleção de áreas com aptidão agrícola (VIEIRA et al., 2015) e áreas aptas a irrigação (LIMA, et al. 2013; MARTINS et al., 2015).

No contexto atual a irrigação é uma alternativa altamente viável para o fornecimento de água para as plantas, seja ela suplementar a precipitação pluviométrica ou até mesmo como a única fonte de lâmina de água durante as fases de desenvolvimento da cultura. Segundo Landau

et al. (2014) a irrigação permite aumento significativo na produtividade das culturas, além de permitir a produção em mais de um ciclo durante o ano. Em áreas agrícolas nas regiões de Cerrado o estresse hídrico é um dos principais problemas relacionados a redução da produtividade das culturas, isso ocorre devido as variações climáticas que causam distribuição irregular da precipitação e formações de veranicos reduzindo a umidade do solo nas fases críticas de desenvolvimento (PEREIRA et al., 2014).

Mediante a demanda crescente de alimentos, a expansão da área irrigada será necessária para garantir o potencial produtivo das culturas, entre os equipamentos mais utilizados é destaque o pivô central. Para a implantação do sistema de irrigação por pivô central devem ser considerados critérios mínimos como as condições do solo, declividade, distância do canal de drenagem e o uso do solo, sendo esses fatores limitantes (MARTINS et al., 2015). Além desses parâmetros a disponibilidade hídrica, conflitos pelo uso da água, qualidade e acesso a fontes de energias são fundamentais no planejamento de novos projetos de irrigação. Nesse contexto o objetivo desse trabalho foi realizar a análise da aptidão de áreas para irrigação na região do Cerrado, Sudoeste de Goiás, com abordagem na metodologia de análise de multicritério.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Santa Helena de Goiás. Sendo um município goiano localizado no sudoeste do estado e inserido no Bioma Cerrado. Abrange área de 117.939,72 hectares e no ano de 2016 a população estimada foi de 38.563 habitantes (IBGE, 2017). Nessa região de Cerrado é caracterizado por duas estações bem definidas, sendo por períodos de seca e chuva.

Este trabalho foi realizado com auxílio do *software* QGIS versão 2.18.2 (QGIS Development, 2017) para a manipulação de dados vetoriais e matriciais. Para a análise foram consideradas 4 variáveis sendo tipos de solos, declividade do terreno, distância do canal de drenagem e uso e cobertura do solo, os quais são requisitos mínimos para instalação de irrigação por pivô central.

Dados espaciais

As classes de solos foram adquiridas no formato *shapefile* por meio da plataforma do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG, 2017), esses dados pertencem ao mapeamento de solos do projeto RadamBrasil. Após a aquisição dos dados foi realizado o

recorte com o polígono de limite do município. Após o recorte da área de interesse foram inseridos os pesos de cada tipo de solo na tabela de atributos do arquivo, solos com características favoráveis receberam maiores pesos. O procedimento seguinte foi a transformação do arquivo vetorial em matricial. Na tabela 1 foram apresentadas as classes de solos, características e pesos referente a aptidão para irrigação.

Tabela 1. Classe de solos, principais características e respectivos pesos referente a aptidão para a instalação de irrigação.

Atributos	Características	Peso (9-1)
Latossolo	Maduro, profundo, estruturado, permeável	9
Cambissolo	Raso, pedregoso, elevado teor de minerais	6
Neossolo Litólico	Raso, pedregoso, baixa coesão	1
Plintossolo Pétrico	Camada endurecida, baixa penetração	1

Fonte: Adaptado de (Lima *et al.*, 2013).

O mapa de declividade foi gerado a partir da cena 17S51 da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) realizado pela NASA. Os dados foram adquiridos pelo Banco de Dados Geomorfológico do Brasil (INPE, 2017). Após a aquisição da cena foi alterado o sistema de referência de coordenada para WGS UTM zona 22S. Em sequência foi extraída as classes de declividade (%) com a ferramenta *Slope*. Para atribuição dos pesos foi realizada a reclassificação utilizado a ferramenta *r.reclass* no QGIS inserindo a regra da figura 2.

Figura 2. Regra inserida na ferramenta *r.reclass* no QGIS, representando intervalo das classes de declividade e os pesos atribuídos para a aptidão a irrigação.

```

0.0000 thru 5.0000 = 9 Muito boa (0-5%)
5.0001 thru 10.0000 = 6 Boa (5-10%)
10.0001 thru 30.0000 = 4 Média (10-30%)
30.0001 thru 45.0000 = 1 Ruim (>30)
end

```

Na tabela 2 foram apresentados os atributos para aptidão, intervalos de declividades e pesos para as classes de declividade.

Tabela 2. Classes de declividade e pesos para cada intervalo referente a aptidão para a instalação de irrigação por pivô central.

Atributo	Declividade (%)	Peso (9-1)
Muito boa	0-5	9
Boa	5-10	6
Média	10-30	4
Ruim	>30	1

Fonte: Adaptado de (Lima *et al.*, 2013).

As distâncias dos canais de drenagem foram obtidas através da ferramenta *buffer* com referência aos dados vetoriais de hidrografia (SIEG, 2017), os dados são pertencentes a Superintendência de Geologia e Mineração – SIC. Foi realizado o *buffer* com distâncias de 500, 1000, 1500, 2000 e acima de 2500 metros, esse processo resultou em um arquivo vetorial onde foram inseridos os pesos de cada distância na tabela de atributos. Após a inserção dos pesos o arquivo vetorial foi transformado em matricial. Quanto maior as distancias do canal implica no dimensionamento, investimento em tubulação e maior custo operacional da irrigação, indicando menor aptidão dessas áreas.

Tabela 3. Atributos, distância dos canais de drenagem e pesos referente a aptidão para a instalação de irrigação.

Atributo	Distância (m)	Peso (9-1)
Muito boa	500	9
Bom	1000	7
Média	1500	5
Ruim	2000	2
Muito ruim	>2500	1

Fonte: Adaptado de (Lima *et al*, 2013).

As classes de uso e cobertura do solo foram determinadas por meio da digitalização de imagens de alta resolução do Google Earth (GOOGLE, 2017). Foram considerados os elementos de fotointerpretação como cor, textura e rugosidade para identificação das classes. Os pesos foram inseridos na tabela de atributos do arquivo vetorial e convertido para matricial. As classes foram representadas por área urbana, áreas de vegetação natural, áreas de APP (Considerando 30 metros do curso d'água e 50 metros das nascentes) e áreas agrícolas.

Tabela 4. Classe de uso e cobertura do solo, principais características e respectivos pesos referente a aptidão para a instalação de irrigação.

Atributo	Características	Peso (9-1)
Uso agrícola	Agricultura em geral (soja, cana, milho, feijão, etc)	9
Não agrícola	Área urbana, áreas de preservação permanente (APP), vegetação natural.	1

Fonte: Adaptado de (Lima *et al*, 2013).

Mapa de aptidão

O mapa de aptidão a irrigação por pivô central foi gerado em ambiente SIG abordando a análise multicritério, que permite a análise combinada de diferentes variáveis para gerar um mapa síntese. Nesse procedimento foi utilizado o grau de pertinência de cada plano de informação e de cada um de seus componentes de legenda para a construção do resultado final.

A matemática empregada foi a simples média ponderada entre os pesos e notas de cada variável, seguindo a metodologia proposta por Moura et al. (2007) e empregada por Silva et al. (2014).

Cada elemento do plano de informação recebeu um peso que representa o grau de influência sobre a aptidão área para instalação da irrigação. As maiores notas representam áreas com boa aptidão as menores notas representam áreas com pouca aptidão. As camadas de classes de solos (CS), declividade do terreno (DT), distância do canal de drenagem (DC) e uso do solo (US) foram cruzadas utilizando a calculadora *raster* do QGIS por meio da análise ponderada de cada elemento. Para essa região considerou-se o impacto na aptidão de 10% da limitação favorecida pelo tipo de solos e declividade, e 40% favorecido pela distância dos canais de drenagem e pelo uso do solo. A equação final foi expressa por:

$$\text{Mapa de Aptidão} = (0,1*CS) + (0,1*DT) + (0,4*DC) + (0,4*US) \quad (1)$$

Em que,

CS – Classes de solos

DT – Declividade do terreno

DC - Distância dos canais de drenagens

US – Uso e cobertura do solo

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 foram apresentadas as análises dos mapas individuais. Na figura 1 A pode ser observado a ocorrência de Latossolos predominantes em toda área do município, destacando o Latossolo Vermelho Distroférico (108.496,52 hectares) e o Latossolo Vermelho Escuro (59.92,90 hectares). Os Latossolos apresentam boa capacidade de exploração agrícola e mecanização, sua composição há predominância de argila do tipo caulinita, essas partículas são responsáveis pela característica estrutural do solo (IBGE, 2007). Para a área de estudo o tipo de solo não apresentou limitação para a aptidão agrícola,

As áreas de maior declividade e de intensa operacionalização agrícola podem apresentar alguns problemas como a compactação do solo, redução da permeabilidade e conseqüentemente o aumento do escoamento superficial. As áreas com declividade acima de 9% foram verificadas próximo aos canais de drenagem e as áreas suavizadas ocorrendo em quase toda área do município. Nos valores reclassificados de declividade foram observadas as classes de boa e média aptidão, algumas áreas mais próximas aos canais de drenagem resultaram em áreas menos suavizadas, mais não comprometendo a implantação dos sistemas nesses locais. Para

Landau et al. (2014) as áreas mais suavizadas facilitam a mecanização, indicando essas áreas para expansão da agricultura irrigada.

As distâncias dos canais de drenagem reduziram a aptidão ao norte do município, as distâncias são relacionadas ao aumento de custo com tubulações, além de influenciar no dimensionamento do sistema de bombeamento, aumentado gradativamente o custo de implantação do sistema de irrigação, portanto essas áreas terão menor aptidão para grandes distâncias. De modo geral o município apresentou poucas áreas com aptidão ruim a irrigação.

Relacionados ao uso solo foram limitadas áreas a 50 metros próximo as nascentes e 30 metros próximo aos canais de drenagem. A área urbana também foi reclassificada com peso de baixa aptidão, representando a limitação dessas áreas. Na figura 2 foram apresentados os mapas de classes de solos (A) e a reclassificação (B), declividade do terreno (C) e a reclassificação (D), distância dos canais de drenagem (E) e a reclassificação (F), classes de uso e cobertura do solo (G) e a reclassificação (H).

O mapa de aptidão foi gerado com resultado de 4 classes agrupadas denominadas pelas características de aptidão: Ruim, médio, bom, muito bom, o agrupamento representa a integração das camadas, as áreas foram limitadas quando existe uma grande diferença relativa entre os valores dos dados de cada plano de informação. Na figura 3 foi apresentado o mapa de aptidão a instalação de irrigação por pivô central, ainda nessa figura pode ser observado as áreas com pivôs instalados na região no ano de 2017.

O município apresentou condições favoráveis, representada por 89,29% das terras com aptidão muito bom e 9,35% como bom. Sendo justificado pela baixa declividade e pela presença de Latossolos e grande densidade de canais superficiais. Martins et al. (2015) observaram alta aptidão a irrigação em áreas com declividades suavizadas e com presença de Latossolo no município de Paracatu – MG, sendo características semelhantes a este estudo. Nas áreas classificadas como média e ruim aptidão são justificadas pelas áreas de vegetação natural e área urbana representando 0,23%, e 1,12%, para média e ruim aptidão. No estudo de Martins et al., (2015) identificaram áreas acima de 30% de declividade e predominância de Neossolos para as áreas de média e ruim aptidão, Lima et al. (2013) também observaram que os fatores declividade e solos limitaram algumas áreas no município de Unai – MG. A limitação de solos e declividade não foram significativas para o município de Santa Helena de Goiás - GO.

A área irrigada por pivô central no município é de 3.189,43 ha, esses equipamentos estão localizados próximos aos canais superficiais representando áreas com boa aptidão. Observa-se que o município apresenta grande potencial para novas áreas irrigadas, portanto devem ser

analisadas as condições de disponibilidade hídrica, disponibilidade de energia e outros elementos que poderão limitar a expansão da área irrigada.

CONCLUSÕES

O SIG mostrou-se eficiente na integração e manipulação de dados para a identificação de áreas aptas e inaptas a instalação de sistemas de irrigação por pivôs centrais, demonstrando ser uma alternativa viável para estudos de aptidão a irrigação.

Como forma de implementar a ferramenta de escolha de áreas aptas, fatores como a qualidade da água, vazões dos canais superficiais, custo e disponibilidade de energia devem ser levados em consideração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOOGLE. Google Earth. Version 7.1.8. 2017. Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/download/ge/agree.html>>. Acesso em: 29 de junho de 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Pedologia. n. 4, 2 ed. 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=521880>> Acesso em junho de 2017.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil - TOPODATA. Carta topográfica 18S51. Disponível em:<<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>. Acessado em: 26 de julho de 2017.

LANDAL, E. C., GUIMARÃES, D. P.; SOUSA, D. L. Caracterização ambiental das áreas de concentração da agricultura irrigada por pivôs centrais na região do MATOPIBA. Anais do Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto - GEONORDESTE 2014 Aracaju, Brasil, 18-21 novembro 2014.

LIMA, P. H. P.; JUSTINA, D. D. D.; LIMA, L. E. P.; PRUDENTE, V. H. R.; SOUZA, C. H. W.; MERCANTE, E.. Identificação de áreas aptas à implantação de irrigação por pivô central no município de Unaí-MG utilizando ferramental do SIG. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR-INPE, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013.

MARTINS, R. N.; CORTE, W. C.; CASTELO BRANCO NETO, U. G.; SANTOS, V. K. S.; NERY, C. V. M. Identificação de áreas aptas a irrigação por pivô central no município de Paracatu-MG utilizando SIG e dados SRTM. I Simpósio Internacional de Águas, Solos e Geotecnologias - SASGEO – Uberaba, 2015.

MOURA, A. C. M. Reflexões Metodológicas como Subsídio para Estudos Ambientais Baseados em Análise de Multicritérios. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil. Abril de 2007. P.2899-2906.

NOVAK, L. P.; LAMOUR, M. R.; CATTANI, P. E.. Vulnerabilidade aos processos erosivos no Litoral do paraná estabelecido pela aplicao da Análise Multicritérios. **Revista Ra' e GA O espaço geográfico em análise**, Curitiba, v.38, p. 195-220, 2016.

PEREIRA, V. G. C.; GRIS, D. J.; MARANGONI, T.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D.; GRZESIUCK, A. E.; Exigências Agroclimticas para a Cultura do Feijo (*Phaseolus vulgaris* L.) **Revista Brasileira de Energias Renováveis** v. 3, p. 32-42, 2014.

PINTO, R. C.; PASSOS, E. CANEPARO, S. C. Mapeamento de suscetibilidade aos movimentos de massa com uso da Avaliao Multicritério pelo método da Média Ponderada Ordenada. **Caderno de Geografia**, v.25, n.43, p.116-146, 2015.

QGIS Development Team, <2017>. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://www.qgis.org/>.

SIEG, Sistema Estadual de Geoinformao do Estado de Goiás. Download de arquivo shapefile. Disponível em:< <http://www.sieg.go.gov.br/rgg/apps/siegddownloads/index.html> >. Acessado em: 29 de junho de 2017.

SILVA, V. C. B.; MACHADO, P. S.. SIG na análise ambiental: susceptibilidade erosiva da Bacia Hidrográfica do Córrego Mutuca, Nova Lima – Minas Gerais. **Revista de Geografia**, v. 31, n.2, p. 66-87, 2014.

SILVA, N. S. L.; SILVA, N. O.; SCHLIEWE, M. A.; DAROSCI, A. A. B.. Desenvolvimento de plântulas em área degradada de mata de galeria no parque municipal mata da bica, Formosa-GO. **Revista de Tecnologias - RETEC**. Ourinhos, v. 8, n. 1, p. 17-35, 2015.

VASCONCELOS, V. V.; HADDAD, R. M.; MARTINS JUNIOR, P. P. Mapeamento e análise da dinâmica de ocupao na bacia de Entre-Ribeiros – MG, nos anos de 1975, 1989 e 2008. **Revista Equador**, v.2, n.2, p. 131-152, 2013.

VIEIRA, A. S.; CURI, W. F. Seleção de culturas agrícolas utilizando técnicas de Análise Multicriterial. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**. Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 45 – 60, 2015.

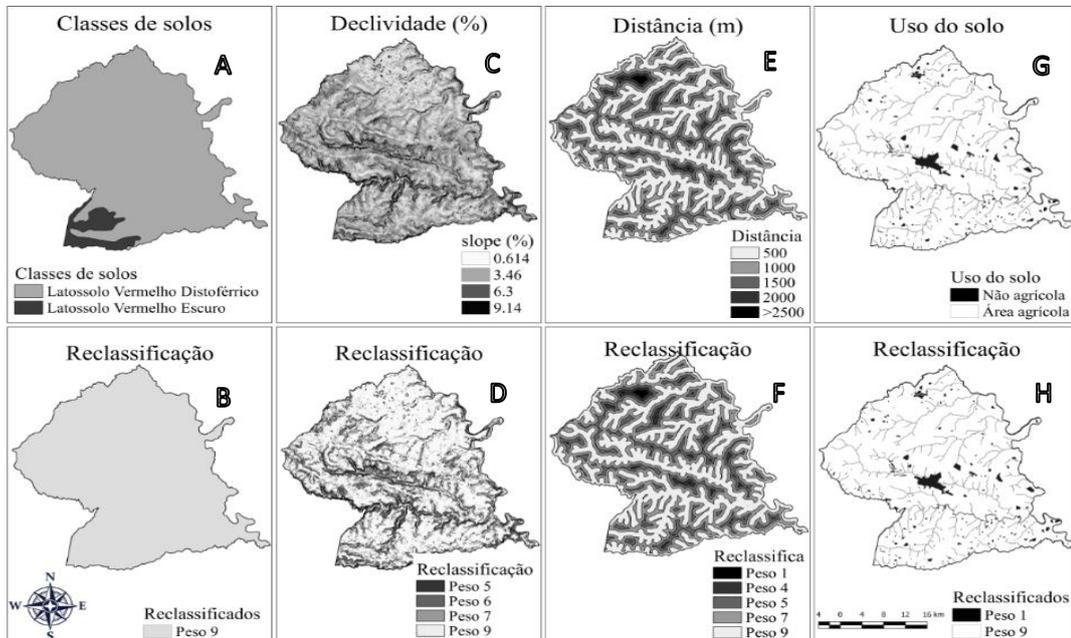


Figura 2. Classes de solos (A), declividade (C), distancia (E) e uso do solo (G) e mapas reclassificados abaixo para o município de Santa Helena de Goiás.

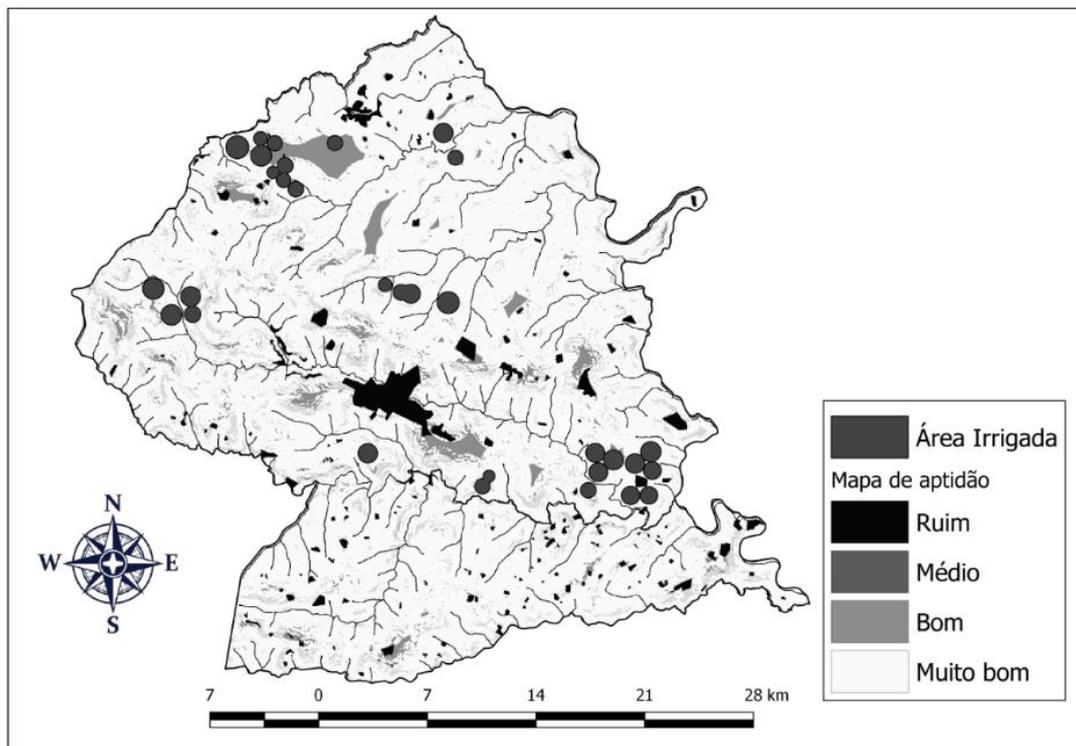


Figura 3. Mapa de aptidão a instalação de irrigação por pivô central em Santa Helena de Goiás.

