

ESTUDOS SOBRE A QUARTA COLÔNIA DE IMIGRAÇÃO ITALIANA/RS: OPERACIONALIZAÇÃO DE MÉTODOS EM AVALIAÇÕES AMBIENTAIS

STUDIES ON THE QUARTA COLÔNIA DE IMIGRAÇÃO ITALIANA/RS: OPERATING METHODS IN ENVIRONMENTAL ASSESSMENTS

ESTUDIOS SOBRE LA CUARTA COLONIA/RS DE INMIGRACIÓN ITALIANA: OPERACIONALIZACIÓN DE MÉTODOS EN EVALUACIONES AMBIENTALES

RESUMO

Trabalhos envolvendo avaliações ambientais podem ser realizados a partir da utilização dos Sistemas de Informações Geográficas. Considerando as possibilidades, o presente estudo tem como objetivo operacionalizar uma metodologia de avaliação ambiental para a Região da Quarta Colônia de Imigração Italiana, Rio Grande do Sul, com o intuito de identificar as áreas de fragilidade ambiental e de potencial agrícola. Foram organizados mapas temáticos sobre a clinografia, geologia, geomorfologia, pedologia e uso da terra na região. Estes integraram uma avaliação multicritério ponderada. Foram atribuídos pesos aos mapas temáticos e notas às classes contidas nos mapas. O peso para os mapas foi de 20%, enquanto que as notas das classes oscilaram entre 0 e 10. Para as análises foram geradas combinações entre as classes contidas nos mapas, produzindo notas de 3 a 9 para fragilidade ambiental, e 2 a 9 para potencial agrícola. Os resultados demonstraram que a aplicação da avaliação ambiental possibilita a análise quanto à fragilidade e potencialidade em maior ou menor nível. Através dos resultados da avaliação de fragilidade ambiental, destacaram-se as classes de alta e baixa fragilidade. A partir dos resultados da análise de potencial agrícola, detectou-se uma predominância da classe de médio potencial, seguido de altíssimo potencial.

Palavras-chave: Sistemas de Informações Geográficas. Fragilidade ambiental. Potencial agrícola. Mapas temáticos. Avaliação multicritério

ABSTRACT

Works involving environmental assessments can be performed using Geographic Information Systems. Considering the possibilities, the present study aims to operationalize an environmental assessment methodology for Região da Quarta Colônia de Imigração Italiana, Rio Grande do Sul, in order to identify areas of environmental fragility and agricultural potential. Thematic maps were organized on clinography, geology, geomorphology, pedology and land use in the region. These integrated a weighted multicriteria assessment. Weights were assigned to the thematic maps and scores to the classes contained in the maps. The weight for the maps was 20%, while the scores of the classes oscillated between 0 and 10. For the analysis, combinations between the classes contained in the maps were generated, producing scores of 3 to 9 for environmental fragility, and 2 to 9 for agricultural potential. The results showed that the application of an environmental assessment allows the analysis of the fragility and potentiality to a greater or lesser level. Through the results of the assessment of environmental fragility, the classes of high and low fragility stood out. From the results of the analysis of agricultural potential, a predominance of the medium potential class was detected, followed by very high potential.

Keywords: Geographic Information Systems. Environmental fragility. Agricultural potential. Thematic maps. Multicriteria assessment.

RESUMEN

Los trabajos que involucren evaluaciones ambientales se pueden realizar utilizando Sistemas de Información Geográfica. Considerando las posibilidades, el presente estudio tiene como objetivo operacionalizar una metodología de evaluación ambiental para la Región de la Cuarta Colonia de Inmigración Italiana, Rio Grande do Sul, con el fin de identificar áreas de fragilidad ambiental y potencial agrícola.

-  Ana Caroline Paim Benedetti ^a
-  Carlos Garrido Pinheiro ^a
-  Cesar Knevez Hammerschmitt ^a
-  Eduardo Tavares Paim ^a
-  Frederico Neuenschwander ^a
-  Romário Moraes Carvalho Neto ^a
-  Claire Delfini Viana Cardoso ^a

^a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil

DOI: 10.12957/geouerj.2021.53640

Correspondência:
anacaroline@politecnico.ufsm.br

Recebido em: 11 ago. 2020
Aceito em: 20 ago. 2021





Se organizaron mapas temáticos sobre clinografía, geología, geomorfología, pedología y uso del suelo en la región. Estos integraron una evaluación multicriterio ponderada. Se asignaron pesos a los mapas temáticos y calificaciones a las clases contenidas en los mapas. El peso para los mapas fue del 20%, mientras que las notas de las clases oscilaron entre 0 y 10. Para el análisis se generaron combinaciones entre las clases contenidas en los mapas, produciendo notas de 3 a 9 para fragilidad ambiental, y de 2 a 9 para el potencial agrícola. Los resultados mostraron que la aplicación de la evaluación ambiental permite analizar la fragilidad y el potencial en mayor o menor nivel. A través de los resultados de la evaluación de la fragilidad ambiental, se destacaron las clases de fragilidad alta y baja. De los resultados del análisis de potencial agrícola, se detectó un predominio de la clase de potencial medio, seguida de potencial muy alto.

Palabras-clave: Sistemas de Información Geográfica. Fragilidad ambiental. Potencial agrícola. mapas temáticos. Evaluación multicriterio.



INTRODUÇÃO

A realização de atividades antrópicas sem planejamento adequado ou desconsiderando os recursos ambientais pode prejudicar a qualidade de vida das pessoas e o ambiente (SANTOS et al., 2018). Os estudos de identificação dos ambientes naturais e suas respectivas fragilidades, sejam potenciais ou emergentes, possibilitam a determinação das diretrizes e ações que poderão ser efetuadas no espaço analisado (SPÖRL; ROSS, 2004). Além do aspecto fragilidade ambiental, a identificação de áreas mais propícias para o plantio agrícola em uma determinada região, poderá otimizar sua produção.

Em estudos de análises ambientais, a observação sobre o uso e a ocupação do solo é considerada importante, como forma de supervisão das atividades antrópicas realizadas, uma vez que pode auxiliar o planejamento territorial, assim como a escolha de decisões a serem tomadas (SANTOS et al., 2018). Como ferramentas capazes de auxiliar a observação do uso e ocupação do solo, pode-se citar as geotecnologias. Estas são utilizadas para coletar, processar, analisar e oferecer informações que apresentem referência geográfica, e dentre essas tecnologias, estão os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) (ROSA, 2005). Os SIGs podem auxiliar na realização de estudos com diversas finalidades, como detectar áreas suscetíveis à fragilidade ambiental (DONHA et al., 2006), identificar áreas que apresentem potencial para atividades agropecuárias (SANTOS et al., 2018), detectar áreas vulneráveis à erosão do solo (FANTINEL; BENEDETTI, 2016a), entre outras.

Em trabalhos sobre análises ambientais, além da utilização dos SIGs, também pode-se aplicar a análise multicritério considerando as características ambientais da região analisada para escolha de decisões, como visto em estudo sobre vulnerabilidade do solo à erosão em Piratini (RS), realizado por Fantinel e Benedetti (2016a). O uso da análise multicritério, juntamente com os SIGs, pode auxiliar estudos com diferentes finalidades, como o mapeamento de adequação do uso da terra (BARBOSA et al., 2013), a avaliação de alternativas para localização de usinas termoeletricas (ZAMBON et al., 2005) entre outras.

A cultura italiana é considerada formadora de regiões culturais no Brasil, e nas áreas de imigração, ocorreu a reprodução da Itália, por meio do enraizamento cultural e o conhecimento dos italianos (MANFIO; BENADUCE, 2017). A Quarta Colônia de Imigração Italiana está localizada na região Centro-Oeste do Estado do Rio Grande do Sul (RS), e foi concebida em 1877 (FERNANDES et al., 2012). Nos municípios que compõem esta região, ocorrem festividades com elementos que recuperam os costumes dos seus antepassados, os quais colonizaram a Quarta Colônia de Imigração Italiana (LINDNER; WANDSCHEER, 2010). A região possui propriedades familiares que apresentam atividades agropecuárias, onde se evidencia a atividade agroindustrial, com a presença de produtos conhecidos como coloniais (FERNANDES et al., 2012). Além dos produtos coloniais, nas agroindústrias familiares também destaca-se a produção de hortigranjeiros, bem como a riqueza gastronômica (SAGGIN et al., 2010).



Até o momento não foram encontrados na literatura estudos que objetivem detectar as áreas que apresentam fragilidade ambiental e potencial para atividades agrícolas na Quarta Colônia de Imigração Italiana. Estas informações poderiam servir como base para futuras pesquisas e planejamentos visando a recuperação de áreas deterioradas e a produção de culturas agrícolas. Considerando a importância da referida região e a necessidade dessas novas informações, o presente estudo teve como objetivo operacionalizar métodos de avaliações ambientais, visando identificar as áreas de fragilidade ambiental e de potencial para as atividades agrícolas na Quarta Colônia de Imigração Italiana.

DESENVOLVIMENTO

Metodologia

A Quarta Colônia de Imigração Italiana localiza-se no Estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil, e é formada pelos seguintes municípios: Agudo, Dona Francisca, Ivorá, Faxinal do Soturno, Nova Palma, Pinhal Grande, Restinga Seca, São João do Polêsine e Silveira Martins. A região está situada aproximadamente entre as latitudes 29°20'0"S e 30°0'0"S, e as longitudes 53°0'0"O e 53°40'0"O (SCHIRMER; ROBAINA, 2018). A área da Quarta Colônia de Imigração Italiana é de 289.992,9 ha e seu perímetro é de 410,931 Km.

O clima da região é o "Cfa" (Clima Subtropical ou Virginiano) (ALVARES et al., 2013). A região situa-se na zona de transição entre o bioma Mata Atlântica e bioma Pampa, apresentando cobertura vegetal da Floresta Estacional Decidual em contato com campo nativo (MARCHIORI, 2009). Na região é possível encontrar cultivo de soja, trigo, fumo, feijão, milho, além da presença de pecuária (SCHIRMER; ROBAINA, 2018).

Para a realização do trabalho, foram utilizadas camadas vetoriais em formato *shapefile* da base cartográfica vetorial contínua do estado do Rio Grande do Sul (RS) na escala 1:50.000. Para isso, foi escolhida a projeção UTM (Universal Transversa de Mercator), fusos 21 e 22. Para cada um dos fusos, foram selecionadas sete camadas: hidrografia (linhas), hidrografia (polígonos), manchas urbanas, e sistema viário. Todos os arquivos foram obtidos no *site* do Laboratório de Geoprocessamento (LABGEO) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (HASENACK; WEBER, 2010).

Também foram utilizadas malhas do RS do ano de 2017, referentes a microrregiões, mesorregiões e municípios. Foi selecionada a microrregião de Restinga Seca, na projeção SIRGAS2000/UTM Zona 22S. Essa microrregião foi selecionada em função de toda a região da Quarta Colônia de Imigração Italiana estar abrangida na imagem. Os arquivos foram obtidos no *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, [2019]). No mesmo *site* foram adquiridas informações ambientais em forma de vetores referentes à geologia, geomorfologia e pedologia. Esses vetores foram



obtidos na escala 1:250.000, em recorte da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, na posição SH22. No catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) foi adquirida uma imagem do sensor *Operational Land Imager* (OLI), satélite *Landsat 8*, órbita 222 e ponto 081, referente ao dia 26 de janeiro de 2019 (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, [2019]).

Para a realização do presente estudo, foram utilizados os softwares SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) 5.5.5, QGIS (*Quantum Gis*) 2.18.16 e Vista SAGA (Sistema de Análise Geoambiental). O primeiro é disponibilizado pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), enquanto que o terceiro é fornecido pelo LAGEOP (Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro). Também foi utilizado o software ArcGIS 10.5 para a confecção do mapa de localização da região da Quarta Colônia de Imigração Italiana.

O mapa de uso da terra da Quarta Colônia de Imigração Italiana foi confeccionado através do software SPRING, onde foi elaborado um banco de dados geográficos, seguindo método descrito por Fantinel e Benedetti (2016a). Para esse procedimento, foi selecionada a projeção em coordenadas UTM, bem como o sistema de referência SIRGAS2000. A imagem de órbita 222 e ponto 081, em que toda a região da Quarta Colônia de Imigração Italiana estava abrangida, foi importada para o banco de dados criado no software. Essa imagem foi utilizada para aplicação da técnica de realce por contraste linear, onde ocorre a manipulação das bandas espectrais e a criação de três composições: R4G3B2 (*Red, Green e Blue*); R4G3B2 (cores naturais); e R5G4B3 e R6G5B4 (falsa-cor). As composições geradas foram utilizadas para a identificação dos alvos, bem como para a aquisição de amostras visando executar a classificação digital supervisionada pelo algoritmo MaxVer (Máxima Verossimilhança). Foram identificadas as seguintes classes de uso da terra: solo exposto; agricultura irrigada; florestas; campo; agricultura (demais culturas); recursos hídricos. Entretanto, essa última classe não foi considerada durante a aplicação das técnicas de fragilidade ambiental e potencial agrícola da região.

Os mapas temáticos de clinografia, geologia, geomorfologia e pedologia da Quarta Colônia de Imigração Italiana foram confeccionados no software QGIS. Para isso, foi selecionada a projeção em coordenadas UTM, bem como o sistema de referência SIRGAS 2000, e gerou-se um banco de dados geográficos, onde ocorreu a importação e conversão dos arquivos *shapefile*. Para a elaboração do mapa clinográfico, os arquivos *raster* adquiridos foram manipulados, e classes foram definidas a partir de informações de Palmieri et al. (1979): 0 a 3% (plano); 3 a 8% (suave ondulado); 8 a 20% (ondulado); 20 a 45% (forte ondulado); 45 a 75% (montanhoso); acima de 75% (escarpado). Ainda no mesmo software, os dados vetoriais dos arquivos *shapefile* foram manipulados e os demais mapas temáticos foram confeccionados. Para isso, ocorreu o recorte com o polígono formado pelos municípios da Quarta Colônia de Imigração Italiana, bem como a categorização de geologia, geomorfologia e pedologia. As classes que formam os mapas temáticos podem ser visualizadas na Tabela 1.



Tabela 1. Atribuição de pesos aos mapas temáticos e notas às classes dos mapas para análise de fragilidade ambiental (FA) e potencial agrícola (PA) da Quarta Colônia de Imigração Italiana/RS

Mapa Temático	FA PA		Classe	FA PA	
	Peso (%)			Nota	
Clinografia	20	20	0 a 3% (plano)	2	10
			3 a 8% (suavemente ondulado)	2	10
			8 a 20% (ondulado)	5	7
			20 a 45% (fortemente ondulado)	7	5
			45 a 75% (montanhoso)	10	0
			Acima de 75% (escarpado)	10	0
Geologia	20	20	Serra Geral – Fácies Caxias	5	10
			Formação Tupanciretã	7	7
			Serra Geral	5	10
			Formação Botucatu	5	0
			Formação Rosário do Sul	7	5
			Aluviões Holocênicos	5	5
Geomorfologia	20	20	Planalto dos Campos Gerais	10	7
			Planalto das Missões	10	7
			Serra Geral	5	5
			Planície Alúvio-Coluvionares	2	10
			Depressão do Rio Jacuí	2	10
Pedologia	20	20	Nitossolo	2	7
			Latossolo	5	7
			Argissolo	5	7
			Neossolo	10	5
			Planossolo-Luvisolo	7	10
			Gleissolo	2	2
Uso da Terra	20	20	Solo Exposto	10	5
			Agricultura Irrigada	7	10
			Florestas	2	2
			Campo	0	5
			Agricultura (demais culturas)	7	10

As avaliações de fragilidade ambiental e potencial agrícola foram realizadas individualmente, através da técnica de análise multicritério e média ponderada proposta por Xavier da Silva (2001) e descrita por Fantinel e Benedetti (2016a). Para a realização de ambas as análises, foram considerados os mapas temáticos de clinografia, geologia, geomorfologia, pedologia e uso da terra.

No software Vista SAGA foram construídos os mapas de fragilidade ambiental e potencial agrícola da Quarta Colônia de Imigração Italiana. Para isso, foram atribuídos pesos aos mapas temáticos de clinografia, geologia, geomorfologia, pedologia e uso da terra. Após, foram designadas notas às classes contidas em cada mapa (Tabela 1). O procedimento para a seleção de mapas temáticos, pesos e notas é interativo e interdisciplinar, além de depender também da escolha dos pesquisadores envolvidos no trabalho (MARINO et al., 2012). Dessa forma, para o presente estudo, buscou-se analisar as características da região e atribuir os valores para avaliação que melhor representassem a realidade local. Adicionalmente, informações sobre trabalhos realizados no RS também foram consultados (FANTINEL; BENEDETTI, 2016a; FANTINEL; BENEDETTI, 2016b; SANTOS et al., 2018).



Em relação à fragilidade ambiental, durante a análise no Vista SAGA foram geradas combinações entre as classes de cada mapa, produzindo-se notas de 3 a 9. Essas foram agrupadas em níveis qualitativos: as notas 3 e 4 formaram o nível de baixa fragilidade; as notas 5 e 6 constituíram o nível de média fragilidade; as notas 7 e 8 formaram o nível de alta fragilidade; e a nota 9 representou o nível de altíssima fragilidade. Combinações das classes presentes em cada mapa temático também foram realizadas para a análise de potencial agrícola. Dessa forma, produziram-se notas de 2 a 9 que foram agrupadas e classificadas em níveis: a nota 2 representou o nível de baixíssimo potencial; as notas 3 e 4 formaram o nível de baixo potencial; as notas 5 e 6 constituíram o nível de médio potencial; as notas 7 e 8 formaram o nível de alto potencial; e a nota 9 representou o nível de altíssimo potencial.

Resultados e Discussão

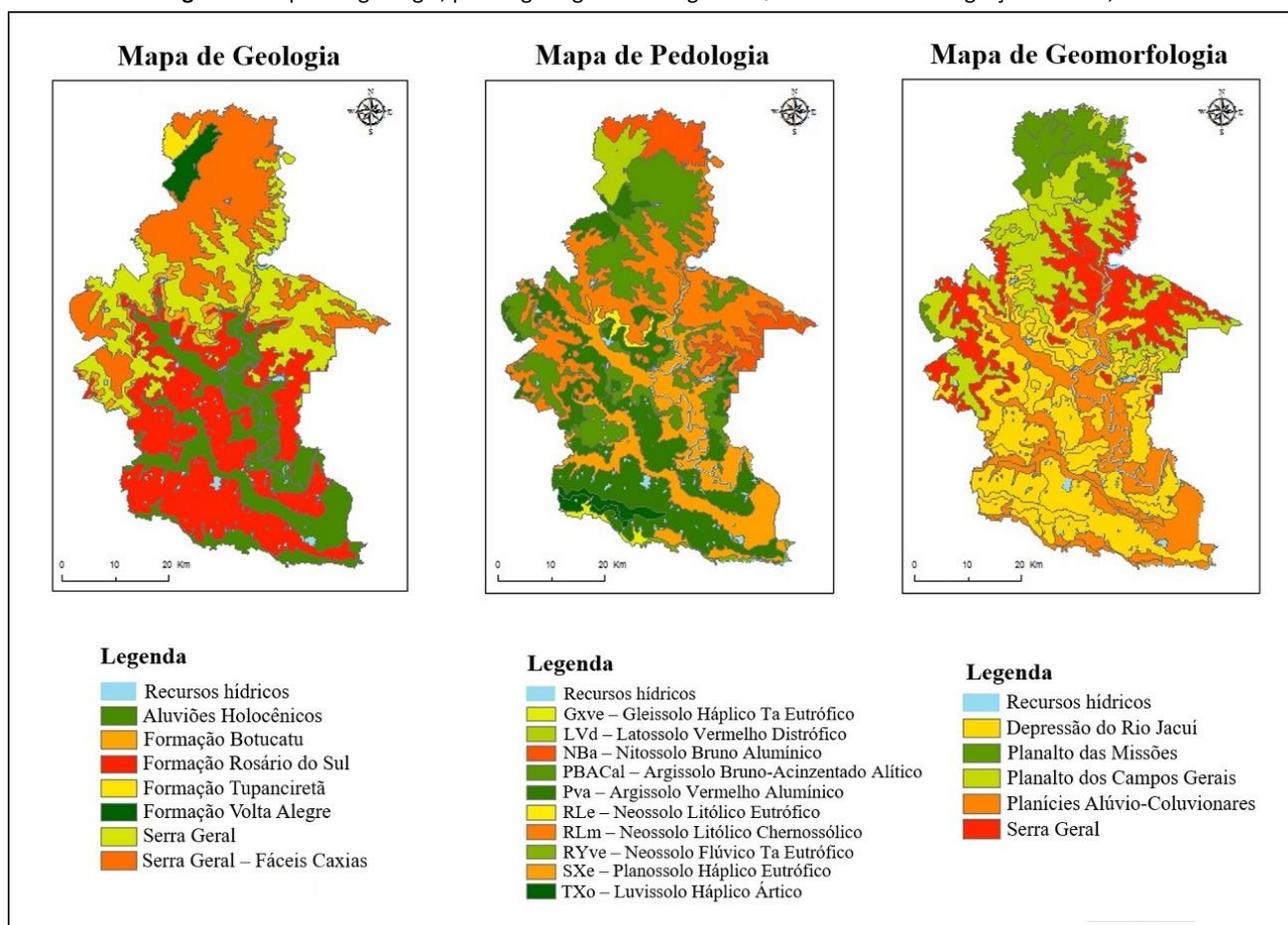
Quanto aos mapas temáticos elaborados, o mapa de geologia demonstra que as classes predominantes na região da Quarta Colônia de Imigração Italiana são as Formações Botucatu, Rosário do Sul e Aluviões Holocênicos, bem como a Serra Geral (Figura 1). A primeira, aparece principalmente na região norte da área, enquanto que as duas seguintes, estão concentradas nas regiões central e sul. A classe Serra Geral está situada principalmente na região central, localizada de leste a oeste. A utilização da geologia como mapa temático para a realização de análises ambientais já foi relatada na literatura (FANTINEL; BENEDETTI, 2016a; FANTINEL; BENEDETTI, 2016b; ROVANI; VIERA, 2016).

No mapa de pedologia, pode-se observar um predomínio de Argissolos. A classe PBACal (Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico) se destaca na região norte, enquanto que nas regiões centro e sul, encontram-se grandes áreas de PVa (Argissolo Vermelho Alumínico). Os Argissolos são caracterizados por uma composição de material mineral, assim como demonstram o horizonte B textural constituído por argila de baixa atividade, ou de alta atividade, quando associada a saturação por bases baixa, ou caráter alítico (SANTOS et al., 2013). Na região central do mapa, os Neossolos são os solos visivelmente mais abrangentes, apresentando RLM (Neossolo Litólico Chernossólico) e RLe (Neossolo Litólico Eutrófico). Os Neossolos são solos caracterizados por apresentarem material mineral, ou então material orgânico de pouca espessura, além de não demonstrarem horizonte B diagnóstico (SANTOS et al., 2013). Os Planossolos também estão presentes no mapa, representados por SXe (Planossolo Háplico Eutrófico), demonstrando um predomínio visível na região sul. Os Planossolos são solos caracterizados por apresentarem material mineral em suas composições, além de demonstrarem horizonte A ou horizonte E, continuado por um horizonte B plânico (SANTOS et al., 2013).

Em relação ao mapa de geomorfologia, é possível observar que na região norte destacam-se as classes Planalto das Missões e Planalto dos Campos Gerais (Figura 1). Na região central, a Serra Geral apresenta-se

como a classe mais abrangente, localizada de leste a oeste. Na região sul, ressalta-se a presença da Depressão do Rio Jacuí e Planícies Alúvio-Coluvionares. Para a realização de trabalhos sobre análises ambientais, um dos fatores que podem ser considerados é a geomorfologia da área de estudo (ROVANI; VIERA, 2016; SANTOS et al., 2018). O geoprocessamento possibilita a realização do tratamento de dados geomorfológicos obtidos, de maneira integrada, inseridos em um contexto ambiental, por meio do uso de modelos digitais do ambiente (XAVIER DA SILVA, 2000).

Figura 1. Mapas de geologia, pedologia e geomorfologia da Quarta Colônia de Imigração Italiana, RS



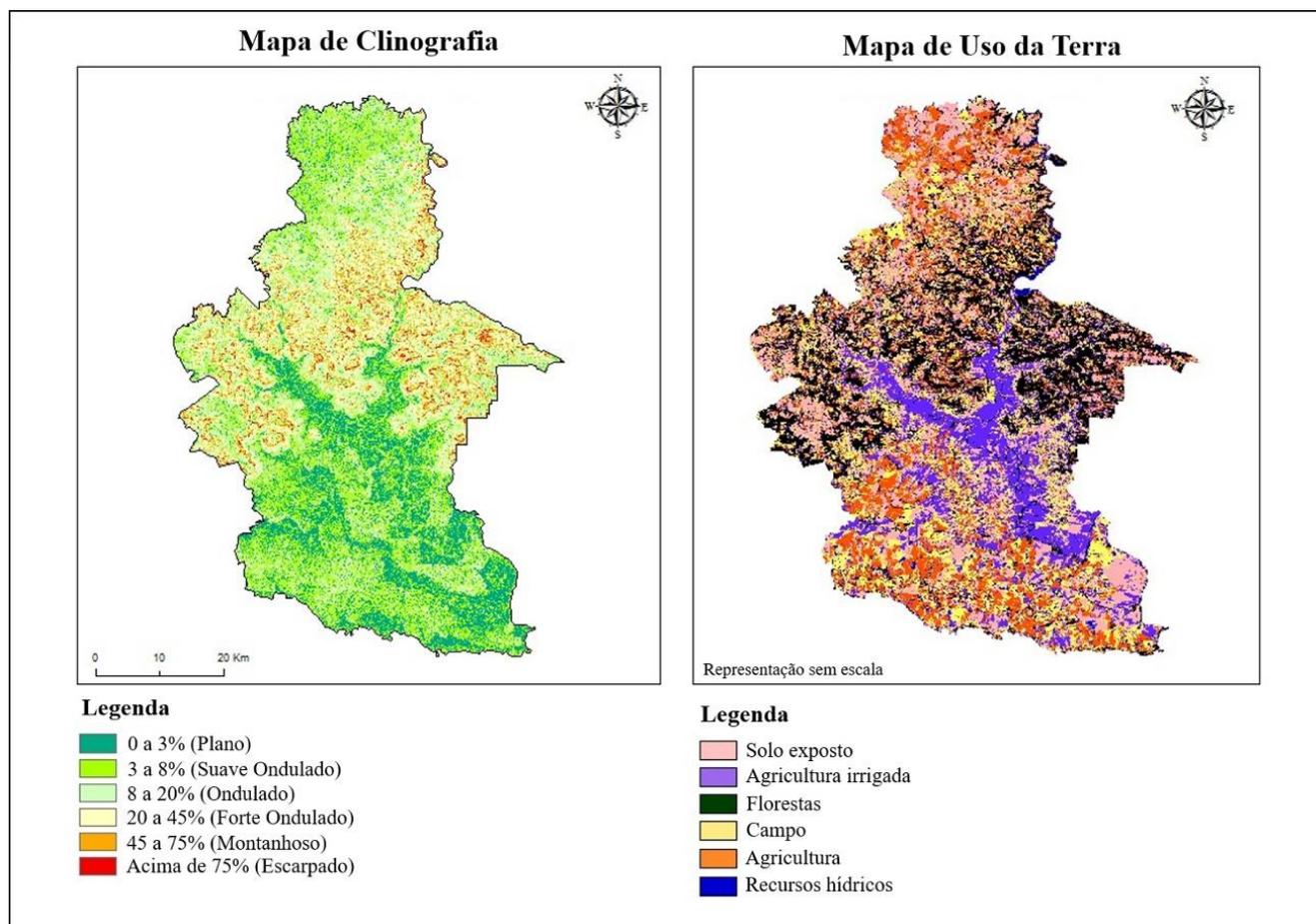
Fonte: Adaptado de Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [2019].

Na análise visual do mapa clinográfico ressalta-se a presença da classe de 20 a 45% (Forte Ondulado) e as presenças de 45 a 75% (Montanhoso) e 75% (Escarpado) nas regiões norte e central da Quarta Colônia de Imigração Italiana, nesta última, a classe está localizada de leste a oeste (Figura 2). No mesmo mapa é possível visualizar o destaque das classes de 0 a 3% (Plano) e de 3 a 8% (Suave Ondulado) na região sul da área analisada. Declividade ou clinografia também é um exemplo de mapa temático utilizado em estudos de análise ambiental (FANTINEL; BENEDETTI, 2016a; FANTINEL; BENEDETTI, 2016b; ROVANI; VIERA, 2016). No presente estudo foi detectada uma grande área com declividades acima de 20%. Em trabalho realizado por Fantinel e

Benedetti (2016a), declividades acima de 20% foram consideradas de altíssima vulnerabilidade à erosão do solo, e as áreas que apresentam declividades acentuadas apresentam características como escoamento superficial rápido e solos suscetíveis à erosão hídrica.

No mapa de uso da terra, pode-se destacar um predomínio de florestas na região central, estendendo-se de leste a oeste, e de agricultura irrigada nas regiões centro e sul (Figura 2). Também é possível identificar a presença de agricultura (outras culturas), principalmente nas regiões norte e sul. As classes solo exposto e campos foram localizadas em todas as regiões da Quarta Colônia de Imigração Italiana. O uso de geotecnologias contribui para a classificação do uso e cobertura da terra, com o objetivo de estabelecer as áreas de potenciais agropecuárias (SANTOS et al., 2018). O mapa de uso da terra também é considerado em estudos como análise de fragilidade ambiental (QUEIROZ JUNIOR et al., 2015) e análise de vulnerabilidade à erosão do solo (FANTINEL; BENEDETTI, 2016a). O tipo de uso da terra retrata a capacidade de proteção do solo, além desse mapeamento ser capaz de auxiliar o entendimento dos processos de evolução de uma área analisada em escala temporal (QUEIROZ JUNIOR et al., 2015).

Figura 2. Mapa clinográfico e mapa de uso da terra da Quarta Colônia de Imigração Italiana, RS.



Fonte: Adaptado de Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais [2019].



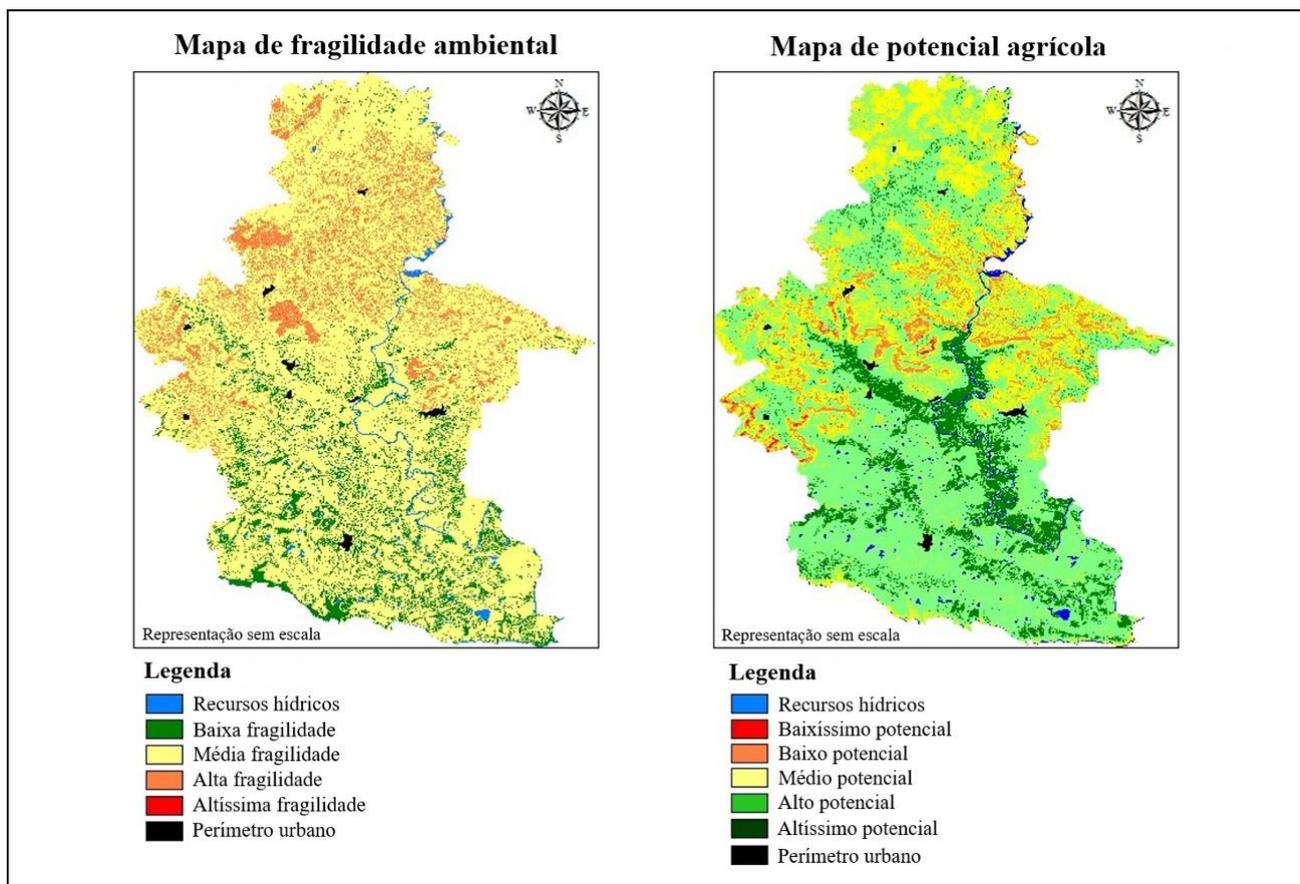
No presente estudo foi possível detectar as áreas de fragilidade ambiental da região da Quarta Colônia de Imigração Italiana através da utilização de técnicas como a análise multicritério e a média ponderada. O uso desses métodos já possibilitou a confecção de um mapa capaz de indicar áreas vulneráveis à erosão do solo no RS, como em estudo sobre Piratini (FANTINEL; BENEDETTI, 2016a).

Quanto à análise de fragilidade ambiental, é possível destacar a classe de fragilidade média como majoritária, localizada em todas as regiões da Quarta Colônia de Imigração Italiana, totalizando uma área de 259.084,0 ha (Figura 3). Também é possível identificar a classe de alta fragilidade como a segunda predominante, com área de 41.600,97 ha, presente nas regiões norte e central, estendendo-se de leste a oeste, A classe de baixa fragilidade está localizada nas regiões centro e sul, e apresenta uma área de 38.116,26 ha. A classe de altíssima fragilidade representa uma área de 63,36 ha.

A partir da análise de potencial agrícola pode-se destacar a presença de alto potencial em todas as regiões da área de estudo, totalizando uma área de 209.962,1 ha (Figura 3). Também é possível destacar o médio potencial nas regiões norte e central, nesta última, a classe está localizada de leste a oeste. A referida classe representa uma área de 66.382,38 ha. Locais de altíssimo potencial constituem 43.761,87 ha e podem ser visualizados nas regiões central e sul da Quarta Colônia. As classes de baixíssimo e baixo potencial representam 605,16 e 18.153,09 ha, respectivamente. Para a determinação de estudos de potencialidades, destaca-se a importância do SIG como ferramenta técnica capaz de auxiliar a demarcação de áreas específicas (SANTOS et al., 2018).

Os resultados encontrados no presente estudo indicam que a região da Quarta Colônia de Imigração Italiana, de maneira geral, apresenta elevado potencial para a produção de atividades agrícolas. Estudos envolvendo análise ambiental em diferentes regiões do RS demonstram o potencial do estado para diversas atividades. Em trabalho sobre a identificação de áreas potenciais para agropecuária em Cachoeira do Sul foi demonstrado que o município apresenta alto potencial para agricultura e altíssimo potencial para atividade pecuária (SANTOS et al., 2018). Estudo realizado por Fantinel e Benedetti (2016b) identificou que o município de Piratini demonstra condições intermediárias para pecuária, adequadas para agricultura e elevado potencial para atividade silvicultural.

Figura 3. Mapas de fragilidade ambiental e potencial agrícola da Quarta Colônia de Imigração Italiana, RS



Fonte: Os autores.

A partir da análise visual dos mapas de fragilidade ambiental e potencial agrícola, é possível constatar que, de maneira geral, as áreas de baixa e média fragilidade coincidem com as áreas de alto e altíssimo potencial agrícola (Figura 4). De maneira geral, as áreas de baixíssimo e baixo potencial coincidem com as áreas de alta e altíssima fragilidade ambiental.

CONCLUSÃO

A análise visual de fragilidade ambiental da Quarta Colônia de Imigração Italiana e da quantificação dos resultados encontrados, foi possível constatar que a classe majoritária foi a de média fragilidade. A análise visual de potencial agrícola da região, assim como a quantificação dos resultados, demonstrou a classe de alto potencial como predominante. A operacionalização de métodos para as avaliações ambientais possibilitou observar que, de maneira geral, as áreas de baixa e média fragilidade correspondem às áreas de alto e altíssimo potencial agrícola, assim como as áreas de baixíssimo e baixo potencial correspondem às áreas de alta e altíssima fragilidade ambiental.



REFERÊNCIAS

- ALVARES, Clayton Alcarde. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711–728. 2013.
- BARBOSA, Maria Emanuella Firmino; FURRIER Max; DE LIMA Eduardo Rodrigues Viana. Mapeamento de adequação de uso das terras através da técnica de análise de multicritério em ambiente SIG: estudo de caso do município de conde-PB, Brasil. *Cuadernos de Geografía-Revista Colombiana de Geografía*, v. 22, n. 1, p. 9-12, 2013.
- DONHA, Annelissa G.; SOUZA, Luiz C. de P.; SUGAMOSTO, Maria L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 10, n.1, p.175-181, 2006.
- FANTINEL, Roberta Aparecida; BENEDETTI, Ana Caroline Paim. Análise ambiental para identificação de áreas com potencial de exploração no município de Piratini, RS. *Revista Brasileira de Cartografia*, n. 68/2, p. 407-420, 2016b.
- FANTINEL, Roberta Aparecida; BENEDETTI, Ana Caroline Paim. Avaliação dos fatores influentes na vulnerabilidade à erosão do solo por meio de decisão multicritério e de técnicas de geoprocessamento no município de Piratini-RS. *Ciência e Natureza*, v. 38, n. 1, p.156-163, 2016a.
- FERNANDES, Aline Graziadei; FELIN, Elisete Teresinha; MARCHESAN, Juliana. Agroindústrias familiares da Quarta Colônia: trabalho e tradição. *Revista Latino-Americana de História*, v. 1, n. 3, p. 249-260, 2012.
- HASENACK, Heinrich; WEBER, Eliseu. (org.) **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000**. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia, 2010. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/labgeo/index.php/downloads/220-dados-espaciais>>. Acesso em: 27 junho 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE: Downloads**. [2019]. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em: 27 junho 2019.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **INPE: Catálogo de Imagens**. [2019]. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 16 abril 2019.
- LINDNER, Michele; WANDSCHEER, Elvis Albert Robe. Manifestações das ruralidades em pequenos municípios gaúchos: o exemplo da quarta colônia de imigração italiana. *CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária*, v. 5, n. 9, p. 147-165, 2010. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/11960>>. Acesso em: 30 junho 2021.
- MANFIO, Vanessa; BENADUCE, Gilda Maria Cabral. Quarta Colônia de Imigração Italiana/RS: uma abordagem sobre a cultura e identidade. *Geosul*, v. 32, n. 65, p. 260-273, 2017.
- MARCHIORI, José Newton Cardoso. A vegetação em Santa Maria. *Revista Ciência & Ambiente*, n. 38, 2009.
- MARINO, Tiago Badre; XAVIER DA SILVA, Jorge; QUINTANILHA, José Alberto. Metodologia para tomada de decisão no âmbito de riscos sócio-ambientais em áreas urbanas: desmoraamentos e enchentes em assentamentos precários na Bacia do Córrego Cabuçu de Baixo-SP. *Revista Brasileira de Cartografia*, n. 64/1, p. 83-101, 2012.
- PALMIERI, Francesco. et al. (org.). **Súmula da X Reunião Técnica de Levantamento de Solos: (SNLCS. Série Micelânea, 1)**. Rio de Janeiro: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1979. 83 p.
- QUEIROZ JUNIOR, Vilson Sousa. et al. Uso de geotecnologias na caracterização da fragilidade ambiental da Bacia da UHE Foz do Rio Claro (GO). *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, n. 15, p. 193-212, 2015.
- ROSA, Roberto. Geotecnologias na geografia aplicada. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 16, p. 81-90, 2005.
- ROVANI, Franciele Francisca Marmentini; VIERA, Márcio. Vulnerabilidade natural do solo de Silveira Martins-RS. *Floresta e Ambiente*, v. 23, n. 2, p. 151-160, 2016.
- SAGGIN, Kleiton Douglas. et al. Gestão Ambiental nas Organizações da Quarta Colônia. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 4, n. 1, p. 214-227, 2010.
- SANTOS, Daniel de Souza; FANTINEL, Roberta Aparecida; BENEDETTI, Ana Caroline Paim. Uso do geoprocessamento na determinação de áreas potenciais para fins agropecuários, no município de Cachoeira do Sul – RS. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, v. 10, n. 1, p. 94-104, 2018.
- SANTOS, Humberto Gonçalves dos. et al. (editores). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, DF: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013.



SCHIRMER, Gerson Jonas; ROBAINA, Luís Eduardo De Souza. Zoneamento geoambiental da Quarta Colônia Rio Grande do Sul: uma análise integrada da paisagem. **Caminhos de Geografia**, v. 19, n. 68, p. 200-214, 2018.

SPÖRL, Christiane; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 15, p. 39-49. 2004.

XAVIER DA SILVA, Jorge. Geomorfologia, análise ambiental e geoprocessamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 1, n. 1, 2000.

XAVIER DA SILVA, Jorge. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em:
<<http://www.viconsaga.com.br/lageop/>>. Acesso em: 11 fevereiro 2020.

ZAMBON, Kátia Lúvia. et al. Análise de decisão multicritério na localização de usinas termoeletricas utilizando SIG. **Pesquisa Operacional**, v. 25, n. 2, p. 183-199, 2005.