

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE CANGUÇU/RS

Danilo da Silva **Dutra**¹, Luís Eduardo de Souza **Robaina**²

(1 – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, <https://orcid.org/0000-0002-2989-420X>, [danilodasilvadutra@hotmail.com](mailto:danielodasilvadutra@hotmail.com), 2 – Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, <https://orcid.org/0000-0002-2390-6417>, lesrobaina@yahoo.com.br)

Resumo: O ordenamento territorial para interação do homem com o ambiente é importante, destacando-se a caracterização e o Zoneamento Geoambiental como instrumentos técnicos para a realização desse planejamento. O objetivo deste trabalho é realizar a caracterização e o Zoneamento Geoambiental do município de Canguçu/RS. Para tanto, realiza-se uma revisão de literatura sobre a temática geoambiental na busca por metodologias de cruzamento multicritério, considerando-se a importância da abordagem sistêmica, do SIG, do geoprocessamento e da análise automatizada nos estudos geoambientais. Do cruzamento automatizado de unidades geomorfológicas e dos usos e coberturas da terra, foram definidas doze unidades geoambientais. As mais significativas em termos de potencialidades ambientais (coberturas arbóreas nativas) são as unidades Cerros Florestados e Reserva. Em termos de suscetibilidades ambientais (processos erosivos), as que mais se destacam são as unidades Favila e Pomerano, mas que ao mesmo tempo representam importantes potencialidades econômicas ao município. Considera-se o cruzamento automatizado uma importante técnica no Zoneamento Geoambiental, dada a atenuação da visão analógica nesse tipo de trabalho. Este trabalho traz conhecimento dos aspectos do ambiente do município de Canguçu e pode ser usado para uma gestão adequada do ordenamento territorial do município.

Palavras-chave: Cruzamentos automatizados. Zoneamento Geoambiental. Município de Canguçu/RS.

GEOENVIRONMENTAL ZONING OF THE MUNICIPALITY OF CANGUÇU/RS

Abstract: Territorial planning for the interaction of man with the environment is important, highlighting the characterization and Geoenvironmental Zoning as technical tools for carrying

out this planning. The objective of this work is to carry out the characterization and Geoenvironmental Zoning of the municipality of Canguçu. Therefore, a literature review is carried out on the geoenvironmental theme in the search for multicriteria crossing methodologies, considering the importance of the systemic approach, GIS, geoprocessing and automated analysis in geoenvironmental studies. From the automated crossing of geomorphological units and land uses and land cover, twelve geoenvironmental units were defined. In terms of environmental susceptibilities (erosive processes), the ones that stand out the most are the Favila and Pomerano units, which at the same time represent important economic potential for the municipality. Automated crossing is considered an important technique in Geoenvironmental Zoning, given the attenuation of the analogical vision in this type of work. This work brings knowledge of aspects of the environment of the municipality of Canguçu and can be used for an adequate management of the territorial planning of the municipality.

Keywords: Automated crossovers. Geoenvironmental Zoning. Municipality of Canguçu/RS.

ZONIFICACIÓN GEOAMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE CANGUÇU/RS

Resumen: La planificación territorial para la interacción del hombre con el medio ambiente es importante, destacando la caracterización y la Zonificación Geoambiental como herramientas técnicas para esta planificación. El objetivo de este trabajo es caracterizar la Caracterización y Zonificación Geoambiental del municipio de Canguçu. Para ello, se realiza una revisión bibliográfica sobre el tema geoambiental en la búsqueda de metodologías de cruce multicriterio, considerando la importancia del enfoque sistémico, el SIG, el geoprosesamiento y el análisis automatizado en los estudios geoambientales. A partir del cruce automatizado de unidades geomorfológicas y de usos y coberturas del suelo, se definieron doce unidades geoambientales. Las más significativas en términos de potencialidades ambientales (cobertura arbórea nativa) son las unidades de Cerros Florestados y Reserva. En cuanto a las susceptibilidades ambientales (procesos erosivos), las más significativas son las unidades de Favila y Pomerano, pero que al mismo tiempo representan importantes potencialidades económicas para el municipio. El cruce automatizado se considera una técnica importante en la zonificación geoambiental, dada la atenuación de la visión analógica en este tipo de trabajo. Este trabajo aporta conocimiento de los aspectos

ambientales del municipio de Canguçu y puede ser utilizado para una adecuada gestión de la planificación territorial del municipio.

Palabras clave: Cruces automatizados. Zonificación Geoambiental. Municipio de Canguçu/RS.

1 Introdução

A ciência geográfica estuda a relação sociedade e natureza. A caracterização e o zoneamento geoambiental compreendem uma análise de variedade de atributos do meio físico e do uso e ocupação da terra identificando potencialidades e suscetibilidades ambientais.

Ao discorrer sobre os conceitos de mapeamento e Zoneamento Geoambiental, notam-se definições equivalentes acerca desses conceitos. A fim de diferenciá-los, e de acordo com ideia adotada no trabalho, entende-se por mapeamento geoambiental a etapa de caracterização (potencialidades e suscetibilidades ambientais) e compartimentação de áreas homogêneas em meio à heterogeneidade de paisagens. Diferentemente, o Zoneamento Geoambiental é o pressuposto que parte de cada autor e que se quer propor a uma área, determinando espaços menos e mais adequados a determinados usos.

De modo geral, o Zoneamento Geoambiental pode ser conceituado como a organização de um determinado espaço, ou seja, a separação de sistemas ou unidades geoambientais. Para a definição desses sistemas e unidades, é importante o conhecimento de potencialidades e suscetibilidades ambientais de um determinado espaço.

Conforme De Nardin e Robaina (2009), Dias e Oliveira (2013) e Cabral (2014) o Zoneamento Geoambiental consiste na compartimentação do espaço em porções homogêneas obtidos através da avaliação das potencialidades e limitações das paisagens. Portanto, representam importante instrumento para o planejamento e análise das formas de uso e ocupação da terra.

Estudos de natureza geoambiental têm sido desenvolvidos por vários autores. Silva (2005) utilizou o processo de zoneamento para ordenação territorial em unidades ambientais. Para a realização do diagnóstico geoambiental de uma bacia hidrográfica do litoral do Ceará, Soares (2007) analisou os parâmetros de neotectônica, morfoestrutura, morfoescultura, geomorfologia, geologia, solos, clima, vegetação e hidrografia. No mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná, realizado por Santos *et al.* (2007)

utilizaram atributos de pedologia, declividade e geologia tomando as unidades geomorfológicas como base para a caracterização geoambiental. Schirmer e Robaina (2011) e Menezes *et al.* (2011) destacam no zoneamento geoambiental os estudos dos atributos de geologia, hidrogeografia, geomorfologia, pedologia, uso e ocupação da terra. Souza *et al.* (2008), Nascimento *et al.* (2008), Calderano Filho *et al.* (2013), Garófalo e Ferreira (2013), Santos e Souza (2014) e Corrêa *et al.* (2017) fizeram uso de diversos atributos físicos, em bacia hidrográfica, como a drenagem, geologia, clima, solo, geomorfologia, vegetação e uso e ocupação da terra, definindo os sistemas ambientais. Na realização do zoneamento e mapeamento geoambiental de municípios, Lisboa (2008), em Colorado D'Oeste/RO, Lima *et al.* (2010), em Crato/CE, Cabral (2014), em Sorriso/MT, Santos e Aquino (2015), nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí/PI, Andrade-Oliveira *et al.* (2018) em Vitória da Conquista na Bahia, e Rademann *et al.* (2018), no município de Cacequi/RS, utilizaram uma análise integrada por SIG sobre os parâmetros de hidrografia constituintes do relevo (hipsometria, declividade e orientação das vertentes), geologia, solos, geomorfologia e uso, ocupação e cobertura vegetal. Recentemente, usando parâmetros de litologias, formas de relevo, solos e coberturas da terra e com emprego de técnicas estatísticas e automatizadas, Medeiros e Cestaro (2020) realizaram o zoneamento geoambiental da Serra de Martins/RN.

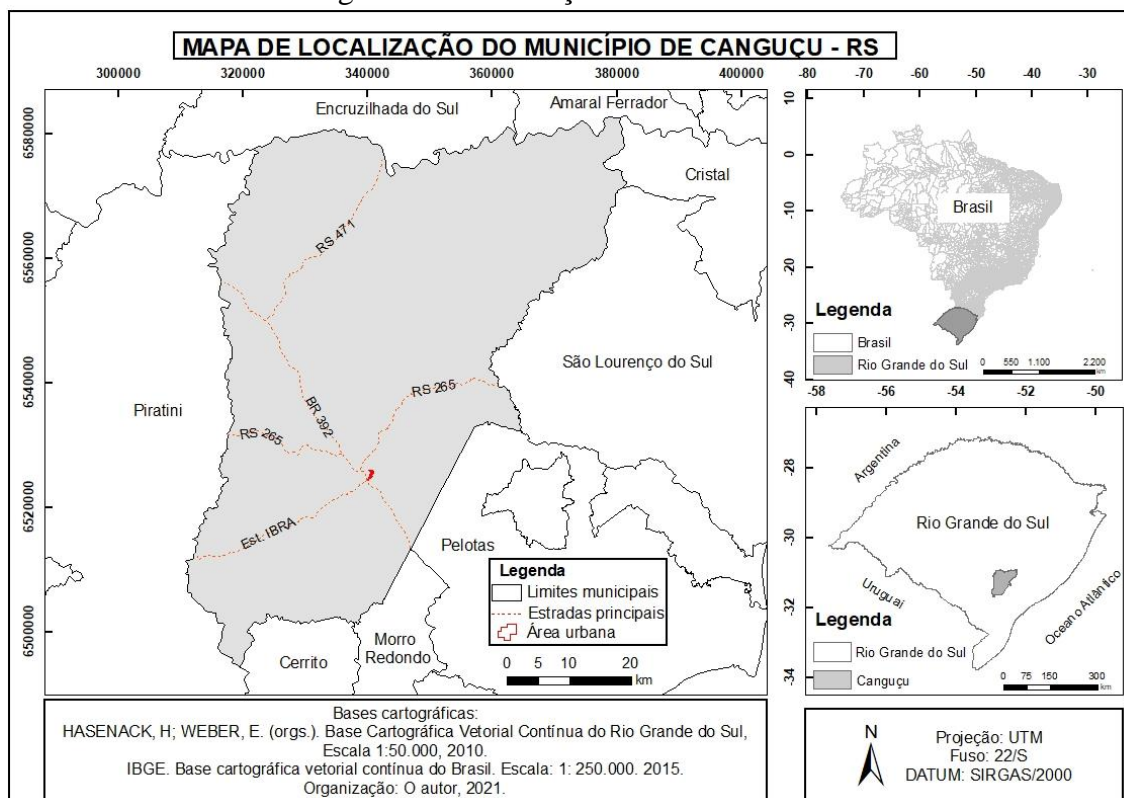
No município de Canguçu, estudos que objetivam analisar suscetibilidades e potencialidades ambientais são necessários, pois são inúmeros os relatos de agricultores sobre o empobrecimento dos solos e a consequente diminuição da produtividade agrícola, além do esgotamento de nascentes fluviais e banhados.

Viera (2012) considerou que 61% do município de Canguçu apresenta restrições ambientais severas quanto à capacidade de uso do solo. O mesmo autor identificou casos de perdas de solo generalizadas em unidades morfopedológicas de cristas, fato intensificado pelo mau uso do solo e pela retirada da vegetação.

O presente trabalho avança nessa problemática ao propor o Zoneamento Geoambiental a partir do cruzamento automatizado dos elementos de atributos fisiográficos e de uso e ocupação da terra no município de Canguçu/RS com identificação de potencialidades e suscetibilidades ambientais. O município conta com uma população de 53.259 habitantes e densidade demográfica de 15,11 hab./km² (IBGE, 2010), está localizado no Sul do estado do

Rio Grande do Sul (RS) entre as coordenadas geográficas: 30°53'06" a 31°40'06" de latitude sul e 52°59'28" a 52°14'21" de longitude oeste (Figura 1).

Figura 1 – Localização da área de estudo



Organização: Autores (2022).

2 Metodologia

Para todos os procedimentos de SIG e de técnicas de geoprocessamento usados no trabalho, fez-se uso do *software* ArcGIS 10.5 disponível no laboratório de geologia ambiental LAGEOLAM-UFSM. No quadro 1 tem-se uma síntese dos dados usados no trabalho.

Quadro 1: Informações utilizadas na operacionalização do trabalho.

Dados/atributos	Fonte
Informações socioeconômicas e históricas do município	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Fundação de Economia e Estatística (FEE); Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA); Empresa de Assessoria Técnica Rural (EMATER-Canguçu); Prefeitura Municipal de Canguçu (PMC).
Cartografia de Base	Hasenack e Weber (2010), Escala de 1:50.000 e IBGE (2015), Escala de 1:250.000.
Litologias	Base litológica do Serviço de Prospeção de Recursos Minerais (CPRM, 2008), Escala de detalhamento: 1:50.000; Escala de representação 1:750.000.
Solos	Estudo elaborado por Streck <i>et al.</i> (2018), escala 1:250.000, sobre os solos do RS;

	estudo dos solos do município de Canguçu realizado por Cunha <i>et al.</i> (1997) em escala 1:100.000 e IBGE – 2013, Escala de 1:1.000000.
Relevo	Imagens do <i>Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM)</i> , Resolução espacial de 90 metros.
Hipsometria/ Declividade	Considerando intervalos de altitude representativos para a área de estudo e observando o histograma de frequência e o desvio padrão do MDE, a hipsometria foi escalonada em cinco classes: 28 - 100; 100 - 200; 200 - 300; 300 - 400; 400 - 509 metros. As declividades foram divididas em quatro classes: 0 - 2; 2 - 5; 5 - 15; e >15%. As classes com declividades entre 0 - 2% constituem as áreas planas; classes com declividades entre 2 - 5% formam as áreas levemente onduladas; declividades entre 5 - 15% constituem as áreas consideradas limites para o emprego de máquinas agrícolas, e as declividades maiores que 15% constituem as vertentes que formam padrões de relevo predominantemente em morros; portanto, inapropriadas para uso de máquinas agrícolas.
Hidrografia	Base cartográfica da Secretaria do Meio Ambiente/RS, (SEMA-2018), Escala de 1:25.000.
Usos e coberturas da terra	Os usos e coberturas da terra foram cartografados a partir de técnicas de sensoriamento remoto. Realizou-se o Processamento Digital de Imagens (PDI) de satélite de média resolução espacial (10 metros), mediante a elaboração de composição colorida com as bandas (4/3/2/8, composição colorida natural) de 16 bits, classificação digital supervisionada, além da realização de interpretação de imagens de alta resolução espacial (1m) e trabalhos de campo. Na realização desse mapeamento, as imagens foram obtidas do satélite Sentinel 2B, sensor MSI, disponibilizadas no <i>site</i> da Agência Espacial Europeia (ESA). No intuito da verificação da acurácia cartográfica desse atributo, foram observadas as proposições de Valeriano (1984), com base nas quais observa-se uma precisão do produto cartográfico em questão, superior a 94%. Os pontos que se mostraram errôneos relacionam-se às classes de solo exposto e lavouras, destacando-se que, no geral, essas duas classes transformam-se periodicamente, ou seja, uma área que era lavoura posteriormente pode vir a caracterizar-se como solo exposto e vice-versa.
Ocupação	Base cartográfica disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Canguçu-2008, escala de 1:75.000; INCRA e EMATER-Canguçu. Em SIG e a partir da definição de janelas com áreas de 5 km por 5 km, valores condizentes com a representatividade que requer os objetivos do trabalho, foi calculada a densidade ocupacional média para a área de estudo. De 0 a 1,5 mnh/km ² , considerou-se área de baixa densidade ocupacional, entre 1,5 até 2,5 mnh/km ² , considerou-se média e, acima de 2,5 mnh/km ² , considerou-se alta. Outra importante informação relacionada no trabalho são os assentamentos da reforma agrária. Para levantamento dessas informações, foi consultado o <i>site</i> do INCRA onde acessou-se a base, em formato <i>shapefile</i> , dos assentamentos federais localizados no município. Para identificação dos assentamentos estaduais, foi realizado uma consulta presencial à sede da EMATER-Canguçu quando os técnicos desse órgão disponibilizaram a localização geográfica desses assentamentos.

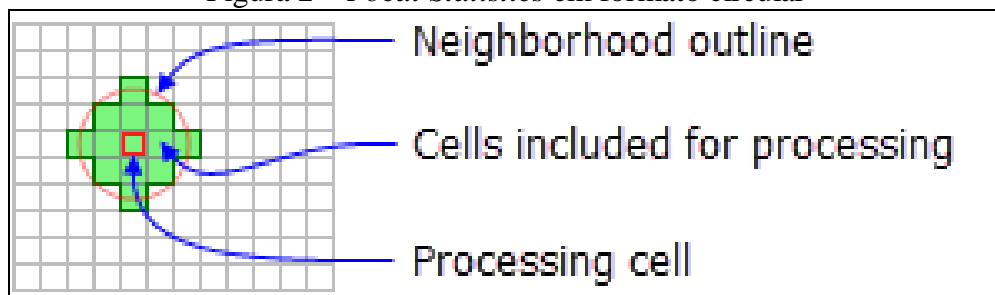
Organização: Autores, 2022.

2.1. Determinação de Padrões homogêneos da rugosidade do relevo

A técnica empregada nesta etapa teve como objetivo definir áreas homogêneas a partir de declividades semelhantes. Isso foi realizado a partir de técnicas estatísticas automatizadas em que é usado um raio de varredura a partir da definição de um número pré-determinado de *pixels*.

Para essa etapa, procedeu-se com o MDE os seguintes caminhos e pontos: *ArcToolbox*, *Spatial Analyst Tools*, *Neighborhood* e *Focal Statistics*. As formas de análise da vizinhança com a ferramenta *Focal Statistics* podem variar de formatos, sendo eles: retangular, em cunha, irregular, anelar e circular. Para atender aos objetivos do trabalho, optou-se pela forma circular (Figura 2), pois com essa ferramenta foi possível gerar padrões homogêneos da rugosidade do relevo condizente com a análise geomorfológica pretendida.

Figura 2 – *Focal Statistics* em formato circular



Fonte: ESRI.

Foram definidos o número de 12 *pixels* como raio de varredura do círculo, o que corresponde a aproximadamente 1080 metros. Para a execução da ferramenta de estatística no *raster* de entrada (imagem clinográfica), pode-se atribuir diversas funções como: soma, mínimo, máximo, média, entre outras. Para o trabalho, optou-se pela função estatística média (*mean*) na obtenção do *raster* de saída.

Após o processamento da etapa anterior, procedeu-se a definição do número de classes e os respectivos padrões de relevo representativos para a área de estudo: declividades entre 0 – 2% (relevo plano); 2 – 6% (relevo levemente ondulado); 6 – 12% (relevo ondulado); e > 12% (relevo fortemente ondulado).

A compartimentação dos padrões semelhantes de rugosidade do relevo foi utilizada como base para a definição das unidades geomorfológicas, para as quais também foram levados em consideração a litologia e a pedologia.

2.2 Trabalhos de campo

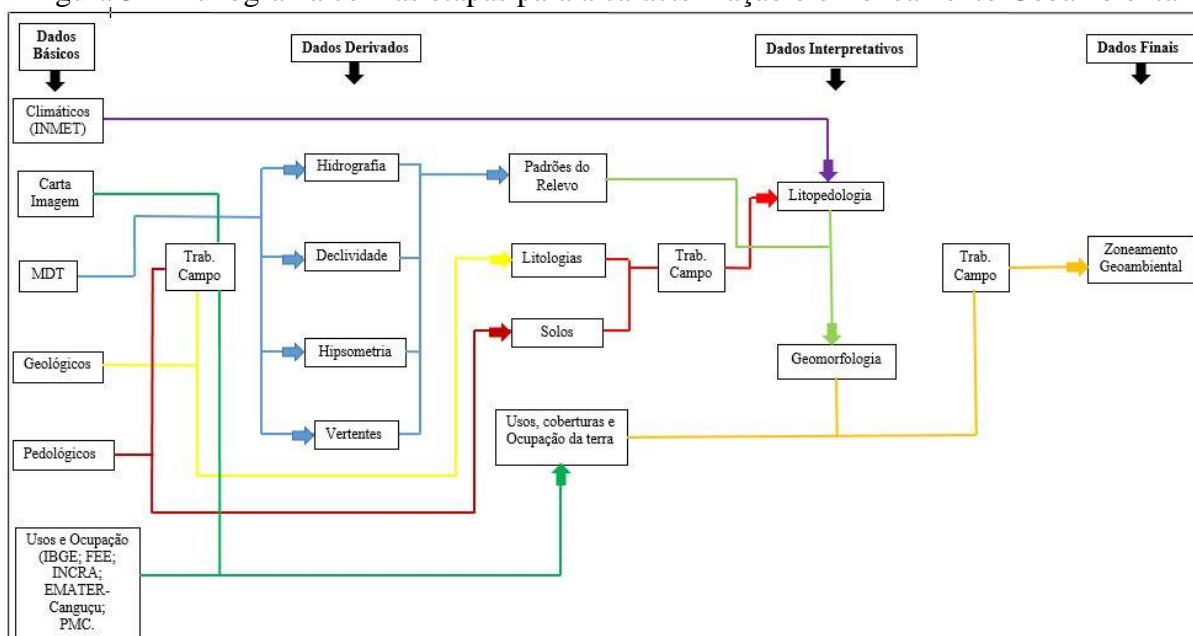
No desenvolver do trabalho, assim que necessário, foram realizados sucessivos trabalhos de campo para o registro de informações, bem como confrontar a realidade produzida em gabinete com a realidade concreta. Os pontos de campo foram tomados principalmente ao longo de estradas e em diferentes épocas do ano.

Os trabalhos de campo serviram para identificação de processos morfogenéticos, permitiram a validação dos produtos do trabalho (mapas de solos, litologias, litopedologias, geomorfologias, usos e coberturas da terra e geoambiental).

2.3 Zoneamento geoambiental

O Zoneamento Geoambiental foi realizado pelo cruzamento automatizado entre os atributos geomorfológicos e usos e coberturas da terra obtendo-se as unidades geoambientais da área de estudo. Na Figura 3, são enfatizadas as etapas básicas do trabalho.

Figura 3 – Fluxograma com as etapas para a caracterização e o Zoneamento Geoambiental



Fonte: Adaptado de Schirmer e Robaina (2012).

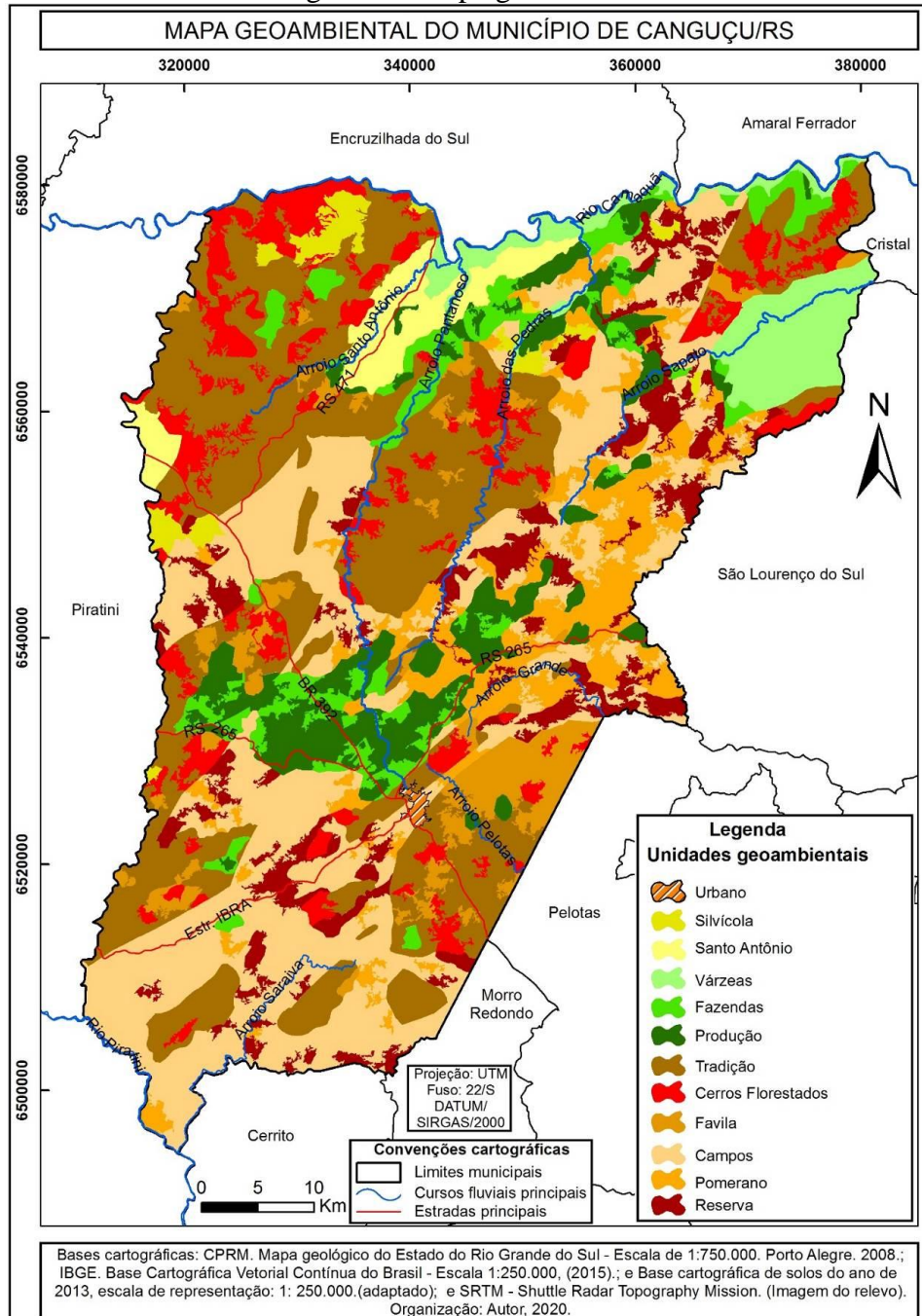
3 Resultados e discussões

A análise realizada de forma integrada, entre atributos físicos e socioeconômicos, resulta em uma síntese que se refere à análise das potencialidades, suscetibilidades, acertos e conflitos ambientais. Assim, a área de estudo é caracterizada pelo total de 12 unidades geoambientais (Figura 4).

Comparativamente as bibliografias consultadas, as metodologias relativas a atributos e cruzamentos divergem, no entanto há convergências com o predomínio dos atributos geomorfologia e usos e coberturas da terra. O presente trabalho inova ao usar critérios

metodológicos automatizados na definição das unidades geoambientais aspecto pouco enfatizado nos trabalhos que alicerçam a presente pesquisa.

Figura 4 – Mapa geoambiental



Organização: autores, 2022.

A nomenclatura das unidades foi realizada com base em toponímias locais, as quais apresentam significados ao lugar onde ocorrem.

3.1. Unidade Urbano

A unidade está localizada no Primeiro Distrito e com população de 19.694 habitantes, sob influência da bacia hidrográfica do rio Piratini, apresenta-se o meio urbano de Canguçu com área de 5,89 km², ou 0,17% da área do município. Está situado sobre um substrato granítico caracterizado por relevo de Morrotes com predomínio de elementos em encostas, vales e cristas (Figura 5-A). Os solos são do tipo Neossolos litólicos e Cambissolos com porções de Argissolos pouco espessos.

Essa unidade é caracterizada pela maior disponibilidade de serviços para a população como comércio, saúde e educação. A área urbana também é cruzada pela BR 392, importante rodovia que liga Canguçu às cidades de Pelotas e Rio Grande, polos regionais.

As suscetibilidades estão relacionadas ao lançamento de efluentes sem tratamento e diretamente na rede de drenagem. Outra suscetibilidade do meio urbano está relacionada ao abastecimento de água, pois, por estar localizado em área das maiores altitudes do município e da região, o abastecimento torna-se escasso. Inclusive, nos períodos de estiagem, é necessário o bombeamento de água de longas distâncias, principalmente do arroio Pantanoso ou a importação de água potável.

3.2 Unidade Cerros Florestados

A unidade está predominante ao Noroeste do município e na bacia hidrográfica do rio Camaquã, com área de 304,87 km², ou 8,65% da área de Canguçu. É caracterizada por relevo de Morrotes, predominantes, e Morros compostos por elementos em vales, encostas e cristas. O substrato é formado por intrusões tardias de sieno e monzogranitos com predomínio de solos mal desenvolvidos do tipo Neossolos litólicos em vertentes com inclinações superiores a 15%. Ocorrem Argissolos pouco espessos em porções das vertentes com inclinações inferiores a 15%.

A unidade é formada por cobertura arbórea nativa (Figura 5-B), importante potencialidade ambiental e Morros com blocos rochosos, popularmente conhecidos por cerros, representando beleza cênica. As características fisiográficas acarretam difícil acesso à

ação antrópica, aspecto que influi na ocupação, pois é predominante a baixa densidade ocupacional.

3.3 Unidade Reserva

A unidade está disseminada por quase todo o território municipal, área de 262,07 km², ou 7,43% da área de Canguçu. A unidade se caracteriza por relevos em forma de Morros e principalmente Morrotes, com altitudes que variam de 100 a 400 metros, e vertentes voltadas para o sul e sudeste, aspecto que favorece o desenvolvimento das vegetações.

Diferentemente da unidade Cerros Florestados, a Reserva está assentada sobre um substrato de Metagranitos, caracterizando-se por solos rasos que variam de Neossolos, predominantes, até os Argissolos. A cobertura é de vegetação arbórea nativa densa (Figura 5-C), a mais importante das unidades, a qual é importante, também, para manutenção de corredores ecológicos na região.

Devido às características da cobertura da terra, há de média a baixa densidade ocupacional na unidade, com média densidade na sede do assentamento Herdeiros da Luta e área dos assentamentos União, Pitangueiras, Quikuio, Guajuviras II e Novo Amanhecer.

Essa unidade, outrora, serviu bastante aos fomicultores com fornecimento de lenha nativa para a cura do fumo e, atualmente, é degradada em consequência do avanço da cultura de soja no município.

3.4 Unidade Tradição

A unidade está disseminada por toda a área de estudo, especialmente na porção noroeste, e tem influência da bacia hidrográfica Piratini e no Terceiro Distrito, com área de 889,39 km², ou 25,23% da área do município. É caracterizada por relevo de Morros e principalmente Morrotes, formados predominantemente por elementos em encostas, vales e cristas, com altitudes entre 200 a 300 metros. Ocorre substrato de litologias graníticas formadas por intrusões tardias de sieno e monzogranitos compostos predominantemente por quartzo e feldspatos minerais, resistentes ao intemperismo. As porções de vertente mais inclinadas são predominantes e ocorrem solos do tipo Neossolos litólicos. Nas áreas de relevo mais suave, em geral próximo ao topo, os solos são do tipo Argissolos pouco espessos.

A cobertura é de campos nativos com vegetação gramínea e, no geral, caracteriza-se por médias e grandes propriedades com uso de pecuária extensiva, destacando-se a criação bovina e, quanto característica peculiar da unidade, a criação ovina (Figura 5-D).

A unidade se apresenta com baixa a média densidade ocupacional, predominando a média densidade na sede dos assentamentos Nova Conquista e Colônia São Pedro e área dos assentamentos União e Pitangueiras.

As áreas de relevo com inclinações superiores a 15%, suscetíveis a processos erosivos, são as principais suscetibilidades socioambientais da unidade, enquanto as potencialidades são os campos nativos com gramíneas podendo ser explorados de forma sustentável com a atividade pecuária.







3.5 Unidade Campos

A unidade está disseminada em toda a área municipal, com maior concentração ao sul, Quarto Distrito, sob influência da bacia hidrográfica do rio Piratini, área de 849,86 km², ou 24,11% da área do município estudado. É caracterizada por um relevo movimentado, formado por padrões de Morros e principalmente Morrotes constituídos predominantemente por elementos em encostas, vales e cristas com altitudes entre 200 a 400 metros em substrato de corpos orientados de granitos com foliação metamórfica, diferenciando-se da unidade Tradição. Os solos variam de Neossolos litólicos em vertentes mais inclinadas até Argissolos em vertentes com inclinações inferiores a 15%.

A unidade é formada por pequenas e médias propriedades caracterizadas por campos nativos com vegetação herbácea usados com pecuária bovina (Figura 5-E), importante potencialidade socioeconômica. No geral, a unidade apresenta de média a baixa densidade ocupacional, sendo predominante média densidade na sede dos assentamentos Boa Fé, Nova Esperança e Doze de Julho e área dos assentamentos União, Quikuiu e Pitangueiras.

A unidade é cruzada pela estrada do Ibra (não pavimentada), importante via de transporte que liga as cidades de Canguçu e Piratini, caracterizada por trânsito intenso.

Figura 5: Tomadas fotográficas das seis primeiras unidades geoambientais

<p>A - Área urbana</p>  <p>(Coordenadas: 31°23'50" e 52°41'19" Visão: SE); Fonte: Trentin (2019).</p>	<p>B - Cobertura arbórea em morro granítico na unidade Cerro Florestados</p>  <p>(Coordenadas: 31°25'06" e 52°46'48"; ponto de visada: NE); Fonte: O autor (2019).</p>
<p>C - Cobertura arbórea nativa na unidade Reserva</p>  <p>(Coordenadas: 31°27'45" e 52°48'16"; Visão: W); Fonte: Trentin (2019).</p>	<p>D - Campo com criação bovina e ovina na unidade Tradição</p>  <p>Coordenadas: 31°04'10" e 52°52'28". Ponto de visada: Norte; Fonte: O autor (2019).</p>
<p>E - Campos nativos na unidade Campos</p>  <p>Coordenadas: 31°11'59" e 52°46'05" Orientação: NE; Fonte: O autor (2020).</p>	<p>F - Campo nativo com criação bovina na unidade Fazendas</p>  <p>(Coordenadas: 31°22'56" e 52°41'35"; Visão: Norte); Fonte: O autor (2021).</p>

3.6 Unidade Fazendas

Essa unidade tem área de 177,43 km², ou 5,05% da área do município, e está localizada principalmente no centro e norte municipal sob influência da bacia hidrográfica do rio Camaquã.

A unidade apresenta um relevo em colinas formado predominantemente por elementos base da encosta, encostas e plano. Ocorre substrato granítico e metagranítico com predomínio de solos bem desenvolvidos do tipo Argissolos. Ocorrem solos mal desenvolvidos em porções mais resistentes da litologia, formando degraus na meia vertente.

A unidade caracteriza-se pela cobertura campo nativo (Figura 5-F) aproveitado com pecuária bovina, destacando-se médias e grandes propriedades rurais onde a densidade ocupacional é baixa. Entretanto, na porção onde ocorrem a sede do assentamento Renascer e parte dos assentamentos Palmeira Perseverantes na Luta, Arroio das Pedras, da Costa Mãe Terra, Guajuviras II, Novo Amanhecer e União predomina a média densidade ocupacional. O relevo levemente ondulado com formação de campos nativos é importante potencialidade para atividades pecuárias.

3.7 Unidade Silvícola

A unidade está localizada a oeste e norte da área de estudo predominantemente na bacia hidrográfica do rio Camaquã, área de 61,09 km², ou 1,73% da área de Canguçu. É caracterizada por padrões de relevo em Morrotes e principalmente Morros com predomínio de elementos em vales, encostas e cristas e altimetrias entre 100 a 300 metros. A unidade está assentada sobre um substrato de Metagranitos e principalmente de Granitos, com solos mal desenvolvidos, Neossolos litólicos. É caracterizada pelo uso da silvicultura; a oeste, destaca-se o plantio de pinus e, nas áreas ao norte, destaca-se o plantio de eucalipto (Figura 6-A), produtos geralmente destinados ao mercado externo.

Nessa unidade, a silvicultura caracteriza-se como áreas contínuas e extensas onde se desenvolve cultivo único, o que faz com que seja considerada uma suscetibilidade ambiental e também socioambiental, pois, em geral, emprega mão de obra esporadicamente. Por outro viés, como são áreas com solos incipientes e relevo de difícil acesso, a inserção da silvicultura gera ganho econômico através de impostos principalmente. As características físicas e de uso da unidade se refletem na densidade ocupacional, predominantemente baixa.

3.8 Unidade Várzeas

A unidade ocorre ao norte e nordeste municipal, junto ao rio Camaquã e ao arroio Sapato sob influência dessas mesmas bacias hidrográficas, com área de 168,93 km², ou 4,79% da área do município. É caracterizada por padrões de relevo em Planícies e, principalmente, Colinas, localizados em baixas altitudes, menores que 100 metros, e formados predominantemente por elementos planos. O substrato é formado por Depósitos Recentes caracterizando solos hidromórficos ocupados por uma associação de campos e lavouras com uso para arroz e pecuária, atualmente com inserção da soja (Figura 6-B).

São áreas historicamente caracterizadas por médias e grandes propriedades, fato que se reflete na baixa a média densidade ocupacional da unidade. Ocorre média densidade ocupacional na área dos assentamentos Arroio das Pedras, Costa Mãe Terra, Guajuviras II, Novo Amanhecer, Quikuiu e União. As características do relevo e dos solos são importantes potencialidades para a agropecuária, havendo boa disponibilidade de água.

3.9 Unidade Santo Antônio

A unidade está localizada ao norte e oeste municipal, em área drenada pela bacia hidrográfica do rio Camaquã, área de 104,94 km² ou 2,98% da área de Canguçu. É caracterizada por padrões de relevo em Planícies e, principalmente, Colinas com altitudes menores que 200 metros, formados, predominantemente, por elementos de relevo planos. Encontra-se assentada sobre um substrato de Rochas Sedimentares da Bacia do Paraná associado à Formação Sanga do Cabral, representada por arenitos micáceos e com argila intergranular. Apresenta solos bem desenvolvidos de cores vermelhas, raramente ultrapassam 1 metro de profundidade e apresentam mudança textural abrupta. Quando ocorrem argilo-mineral 2:1, são classificados como Luvisolos e argilo-mineral 1:1 nos Argissolos. Os solos na base das colinas e áreas mais planas sofrem hidromorfismo.

Há uma associação de campos e lavouras (Figura 6-C) predominando médias e grandes propriedades rurais, aspectos que se refletem na ocupação, que varia de baixa a média densidade.

As características do relevo e dos solos da unidade são importantes potencialidades para as práticas agropecuárias. Também há potencialidade importante quanto à paleontologia, visto a natureza litológica do seu substrato.

3.10 Unidade Produção

A unidade tem área de 249,76 km², ou 7,08% da área do município, e está localizada, sobretudo, no centro e ao norte da área de estudo, sob influência da bacia hidrográfica do rio Camaquã.

O relevo é caracterizado por colinas e formado predominantemente por elementos planos, base da encosta, encosta e ressaltos, variando das maiores às menores altitudes. Caracteriza-se por substrato, principalmente de Metagranitos, formando solos bem desenvolvidos do tipo Argissolos e solos mal desenvolvidos em porções associados a Granitos foliados.

Nessa unidade, situam-se médias e grandes propriedades rurais, com usos predominantes para lavouras, principalmente de soja (Figura 6-D), sendo predominantes média a baixa densidade ocupacional. Ocorre média densidade ocupacional nas áreas dos assentamentos Salso, Palmeira Perseverantes na Luta, Arroio das Pedras e Costa Mãe Terra. As atividades agrícolas são importantes na unidade e são potencializadas pelas características do relevo e solos.

3.11 Unidade Favila

A unidade tem área de 163,60 km², ou 4,64% da área de Canguçu, e é disseminada por toda área municipal, com maior presença no Primeiro Distrito. É caracterizada por vertentes convexas de relevo em Morros e principalmente Morrotes formado predominantemente por elementos em vales, encostas e cristas e altitudes entre 200 a 400 metros. O substrato da unidade é formado por litologias graníticas compostas predominantemente por quartzo e feldspatos, resistentes ao intemperismo. A unidade predomina na porção de vertentes mais suaves onde os solos são bem desenvolvidos e permitem o estabelecimento de lavouras, principalmente o cultivo do fumo, além de milho e soja (Figura 6-E). Também ocorrem lavouras, em menor proporção, em solos mal desenvolvidos.

Impulsionado pelas características sócio-históricas da localização da unidade, há importante potencial da agricultura familiar, o que influencia no predomínio da alta densidade ocupacional. A etnia alemã (pomeranos) é muito influente na unidade, aspecto que intensifica a atividade agrícola na Favila.

3.12 Unidade Pomerano







A unidade está situada predominantemente ao leste da área de estudo, no Segundo Distrito, ocupando área expressiva da bacia hidrográfica do arroio Sapato, com 286,87 km², ou 8,14% da área municipal.

Ocorre sobre um substrato de metagranitos, diferenciando-se da Favila, com altitudes que variam de 200 a 400 metros. Ocorrem padrões de relevo convexos em Morros e principalmente Morrotes caracterizados sobretudo por elementos em encostas, vales e cristas.

Os usos predominantes na unidade são as lavouras de fumo (Figura 6-F). Há predomínio da alta densidade ocupacional, provavelmente associado às características sócio-históricas dessa região do município, à localização da sede do assentamento Nova Sociedade II e à área do assentamento Arroio das Pedras.

A população predominante é da etnia alemã (pomeranos), caracterizando uma das áreas economicamente mais dinâmicas do município e relacionada à agricultura familiar, que constitui potencial socioeconômico importante na unidade. No entanto, essa mesma prática pode acarretar a erosão do solo, visto as características do relevo.

Figura 6: Tomadas fotográficas das seis últimas unidades geoambientais

<p>A - Pinus e eucalipto sobre a unidade Silvícola</p>  <p>Coordenadas: 31°02'28" e 52°36'16"; Visão: Nordeste; Fonte: O autor (2019).</p>	<p>B - Lavoura e campo nativo sobre a unidade Várzeas</p>  <p>Coordenadas: 31°0'8" e 52°39'4"; Visão: NE; Fonte: O autor (2019).</p>
<p>C - Campos e lavouras na unidade Santo Antônio</p>  <p>Coordenadas: 31°07'24" e 52°54'02"; Visão: Sudoeste; Fonte: O autor (2019).</p>	<p>D - Lavouras de soja sobre a unidade Produção</p>  <p>Coordenadas: 31°20'19" e 52°44'36"; Visão: Norte; Fonte: O autor (2020)</p>
<p>E - Lavouras de milho, soja e fumo na unidade Favila</p>  <p>Coordenadas: 31°24'03" e 52°36'16"; Ponto de visada: Norte; Fonte: O autor (2021).</p>	<p>F - Lavoura de fumo na unidade Pomerano</p>  <p>(Coordenadas: 31°17'36" e 52°30'20"; Visão: Leste); Fonte: O autor (2019).</p>

Considerações finais

- A partir de um modelo digital de elevação e com apoio de geoprocessamento, fez-se a análise dos atributos fisiográficos, uso e ocupação e o cruzamento automatizado.
- As maiores suscetibilidades ambientais existem sobre as áreas de relevo ondulado a fortemente ondulado com solos Neossolos litólicos e com a presença de usos antrópicos; isso é notório onde há o cultivo do fumo e demais cultivos típicos de agricultura familiar. Observou-se suscetibilidades em áreas levemente onduladas sobre litologias sedimentares e com ocorrência de solos Luvisolos. Nesses locais, foram observados processos erosivos lineares, processos também identificados sobre estradas não pavimentadas.
- As áreas de relevo plano formam os latifúndios, e as terras de relevo íngreme “pouco desenvolvidas”, doadas a imigrantes e futuros agricultores familiares.
- O produto final do trabalho, o mapa geoambiental, caracteriza um produto adensado de informações tanto do ambiente físico quanto do social. Isso demonstra uma grandeza condizente ao avanço do conhecimento científico a fim de atender a uma visão sistêmica. Além da contribuição com as discussões teóricas do tema, o trabalho contribui com o conhecimento do ambiente local. Os produtos gerados neste trabalho podem ser úteis à sociedade local, através de inserção nos educandários e com o próprio planejamento socioambiental pelo poder público.
- As unidades geoambientais são parâmetros para os gestores municipais tomarem decisões com respaldo científico. Pode-se destacar as unidades Cerros Florestados e Reserva indicadas para a preservação ambiental, e as unidades Pomerano e Favila com potenciais econômicos, mas com suscetibilidades ambientais.
- O trabalho foi realizado numa escala de representação média, de modo a ter havido generalizações do ambiente. Logo, este trabalho constitui subsídio importante para a realização de estudos de detalhe.

Referências

ANDRADE-OLIVEIRA, D. B.; BARROS-SANTOS, J.; RODRIGUES-MAIA, M.; OLIVEIRA, E.; MAIA-LIMA, E. (2018). Geoprocessamento aplicado a análise geoambiental

no Município de Vitória da Conquista-Bahia. *Revista Geográfica de América Central*, N° 60 ISSN 1011-484X, enero-junio pp. 329-348. <https://doi.org/10.15359/rgac.60-1.12>

CABRAL, T. L. *Zoneamento e mapeamento geoambiental no município de Sorriso-MT*. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências, RS, 2014. 131p. (Dissertação de Mestrado)

CALDERANO FILHO, B; POLIVANOV, H; BARROSO, E. V; GUERRA, J. T; CHAGAS, C. S; CALDERANO, S. B; CARVALHO JÚNIOR, W. (2013). Cartografia Geoambiental no médio alto curso do Rio Grande (RJ), subsídios ao planejamento de paisagens rurais montanhosas da serra do mar. São Paulo, UNESP, *Geociências*, v. 32, n.3, p.560-576. https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/32/volume32_3.html

Companhia de Prospecção de Recursos Minerais do Brasil (CPRM). *Levantamento Litoestratigráfico do Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 2008.

CORRÊA, C. V. S.; REIS, F. A. G. V.; GIORDANO, L. C.; BRESSANE, A.; CHAVES, C. J.; AMARAL, A. M. C.; BRITO, H. D.; MEDEIROS, G. A. (2017). Geo-environmental zoning using physiographic compartmentalization: a proposal for supporting sustainable decision-making. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*.

CUNHA, N. G.; SILVEIRA, R. J. C.; SEVERO, C. R. S.; NUNES, M. L.; SOARES, M. J. e COSTA, C. N. *Estudo dos solos do município de Canguçu*. Pelotas: EMBRAPA-CPACT; Ed. UFPEL, 1997.

DE NARDIN, D; ROBAINA, L. E. S. (2009). Zoneamento Geoambiental no oeste do Rio Grande do Sul: bacia hidrográfica do Arroio Miracatu. *Geografia*, Rio Claro, v. 34, n. 1, p. 163-181, janeiro/abril. Disponível em: [Geosciences = Geociências \(unesp.br\)](http://www.geosciences.unesp.br)

DIAS, R. L.; OLIVEIRA, R. C. (2013) Zoneamento Geoambiental do litoral sul do estado de São Paulo. *Geografia*, Rio Claro, v. 38, n. 2, p.371-383, mai./ago. Disponível em: [Geosciences = Geociências \(unesp.br\)](http://www.geosciences.unesp.br)

GARÓFALO, D. F. T.; FERREIRA, M. F. M. (2013). Análise geoambiental de bacias hidrográficas situadas em áreas de transição urbano-rural: uma aplicação na bacia do Ribeirão do Pantano, Alfenas (MG). *GEOGRAFIA*, Rio Claro, v. 38, n.1, p.141-155, jan./abr. Disponível em: [Geosciences = Geociências \(unesp.br\)](http://www.geosciences.unesp.br)

HASENACK, H.; WEBER, E. (ORGS.) *Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul – escala 1:50.000*. Porto Alegre: UFRGS – IB – Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento, 3).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Base Cartográfica Contínua do Brasil na escala de 1:250.000*. 2015. Disponível em: <<ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapeamento-sistematico/base-vetorial-continua-escala-250mil/>> Acesso em: 10 dez 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Base de Solos do ano de 2013*. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/cartas-tematicas.html>>. Acesso em: 06 nov. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Banco de Dados Cidades@. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=430450&search=rio-grande-do-sulcangucu>>. Acesso em: 4 de Janeiro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico do Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=430450&search=rio-grande-do-sulcangucu>>. Acesso em: 4 de Janeiro de 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA) – **Assentamentos**. Disponível em: <<http://www.certificacao.incra.gov.br/csv-shp/export-shp.py>>. Acesso em: 27/06/2020.

LIMA, F. J.; CESTARO, L. A.; ARAÚJO, P. C. (2010) Sistemas geoambientais do município de Crato/CE. *Mercator* – volume 9, número 19, 2010: mai./ago. p.129 a 142. <<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/375>>

LISBOA, A. M. *Zoneamento Geoambiental aplicado ao planejamento da gestão ambiental e territorial do município de Colorado D'Oeste*. Rio Claro: 2008. (Tese de Doutorado)

MEDEIROS, J. F. CESTARO, L. A., (2020). O emprego de técnicas estatísticas para a compartimentação geoambiental da Serra de Martins-RN, *Sociedade & Natureza*: v. 32. <https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-46691>

MENEZES, D. J.; TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S.; SCCOTI, A. A. V. (2011) Zoneamento Geoambiental do município de São Pedro do Sul – RS. *Geografias*. Belo Horizonte 07(2) 68-80 julho-dezembro. <https://doi.org/10.35699/2237-549X..13321>

NASCIMENTO, F. R.; CUNHA, S. B.; SOUZA, M. J.; CRUZ, M. L. B. (2008). Diagnóstico Geoambiental da bacia hidrográfica semi-árida do Rio Acaraú: subsídios aos estudos sobre desertificação. *Boletim Goiano de Geografia*. Goiânia – Goiás – Brasil, v.28, n.1, p.41./62, jan./jun. <https://doi.org/10.5216/bgg.v28i1.4900>

RADEMANN, L. K.; TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S. (2018). Zoneamento Geoambiental do município de Cacequi, Rio Grande do Sul. *Geosul*, Florianópolis, v. 33, n. 66, p. 85-104, jan./abr. <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2018v33n66p85>

SANTOS, J. T.; SOUZA, M. J. N. (2014) Abordagem geoambiental aplicada à análise da vulnerabilidade e dos riscos em ambientes urbanos. ISSN: 1984-8501 *Boletim Goiano de Geografia (Online)*. Goiânia, v. 34, n. 2, p. 215-232, maio/ago. <https://doi.org/10.5216/bgg.v34i2.31730>

SANTOS, F. A.; AQUINO, C. M. S. (2015). Características geoambientais de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, Nordeste, Brasil. *Geografia em questão*, v.08 n.02. p.27-42. <https://doi.org/10.48075/geoq.v8i2.11124>

SANTOS, L. J. C; OKA-FIORI, C; CANALLI, N. E; FIORI, A. P; SILVEIRA, C. T; SILVA, J. M. F. (2007). Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*. Volume 37, n.4, dezembro de 2007. p.812-820. [Revista Brasileira de Geociências \(usp.br\)](http://www.revista.usp.br/revista-brasil-geociencias)

SCHIRMER, G. J; ROBAINA, L. E. S. Estudo geoambiental na geografia e sua importância como base para o planejamento e ordenamento territorial. In: 7º Seminário de Mestrado em Geografia, 2011, Santa Maria. Anais ... Santa Maria, 2011. P. 442-468.

SCHIRMER, G. J.; ROBAINA, L. E. S. Estudo Geoambiental na Geografia e Sua Importância Como Base para o Planejamento e Ordenamento Territorial. In: FIGUEIRÓ, A. S.; FIGUEIREDO, L. C. (Orgs.). *Fronteiras da Pesquisa em Geografia*. Santa Maria: UFSM, 2012.

SILVA, S. F. *Zoneamento Geoambiental com auxílio de lógica fuzzy e proposta de um geoindicador para caracterização do meio físico da bacia do rio do Peixe*. São Carlos/SP, 2005. (Tese de Doutorado)

SOARES, F. M. (2007). Diagnóstico geoambiental da bacia do Litoral no Ceará. *Mercator – Revista de Geografia da UFC*, ano 06, número 11. <<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/61>>

SOUZA, M. L.; GASPARETTO, N. V. L.; NAKASHIMA, P. (2008). Diagnóstico geoambiental da bacia do córrego Tenente em Mariluz, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, volume 38(2). <[http://www.Revista Brasileira de Geociências \(usp.br\)](http://www.Revista Brasileira de Geociências (usp.br))>

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. *Solos do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: EMATER/RS, 2018.

VALERIANO, D. M. *Processamento digital de dados do MSS-Landsat aplicado ao mapeamento da cobertura da terra da planície costeira do rio Tubarão, S.C.: metodologia e estimativa de exatidão de classificação*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1984. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto)

VIERA, V. *Município de Canguçu/RS: O relevo e sua morfodinâmica como condicionantes do dinamismo agrícola*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, BR-RS, 2012. (Tese de Doutorado)