

ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA SISTÊMICA: APLICAÇÃO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA

SYSTEMIC GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS: APPLICATION IN A WATERSHED

Eléia Righi¹

Carline Biasoli Trentin²

Aline Biasoli Trentin³

RESUMO

A relação do ser humano com a natureza se torna um elemento central nos estudos em busca de um ponto de equilíbrio chamado de sustentabilidade. A Bacia Hidrográfica como área de análise possibilita o entendimento de variados fatores de conexão existentes nessa relação. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar o mapeamento e a análise geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta – Estado do Rio Grande do Sul - Brasil. A pesquisa utilizou-se de ferramentas de geotecnologias e sensores remotos para levantamentos e mapeamentos elaborando um banco de dados geográfico, com informações de recursos hídricos, morfometria do relevo, taxonomias do solo, informações de geologia, distribuição da precipitação, uso do solo e espacialização dos sistemas de criação de suínos, além da caracterização socioeconômica. A compartimentação geomorfológica resultou em quatro unidades. Assim, concluímos que esse trabalho possui grande relevância para os órgãos planejadores públicos e privados, pois contribuiu com o ordenamento da ocupação do espaço sem comprometer os recursos naturais e viabilizar um zoneamento organizado das áreas.

Palavras-Chave: Sustentabilidade; Geotecnologias; Sensores Remotos.

ABSTRACT

The relationship between human beings and nature is increasingly becoming an element of study in search of a balance point called sustainability. The Watershed as a study area enables the understanding of various connection factors existing in this relationship. In this sense, the objective of this study was to carry out the mapping and geomorphological analysis of the Watershed of Rio Forqueta - State of Rio Grande do Sul - Brazil. The research used geotechnology tools and remote

1 Doutora em Geografia, Professora Adjunta da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul / Unidade Universitária de Caxias do Sul. eleia-righi@uergs.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2766-8719>

2 Doutora em Sensoriamento Remoto, Curso de Geografia/Instituto de Ciências Humanas e Sociais/Universidade Federal do Mato Grosso. carlinetrentin@ufmt.br ORCID - <https://orcid.org/0000-0002-7678-1320>

3 Doutora em Geografia, Universidade Federal do Pampa - Campus São Gabriel. alinetrentin@unipampa.edu.br ORCID - <https://orcid.org/0000-0001-9747-9289>

sensors for surveys and mapping, elaborating a geographic database, with information on water resources, relief morphometry, soil taxonomies, geology information, precipitation distribution, land use and spatialization. of swine breeding systems, in addition to socioeconomic characterization. Geomorphological compartmentalization resulted in four units. Thus, we conclude that this work has great relevance for public and private planning agencies, since it contributed to the ordering of the occupation of space without compromising natural resources and enabling an organized zoning of areas.

Keywords: Sustainability; Geotechnologies; Remote Sensors.

INTRODUÇÃO

A cartografia geomorfológica constitui como uma série de informações importantes para ampliar o conhecimento da base de recursos regionais, assim como para gerar expectativas de descoberta de novas formações. A disponibilidade de dados de alta resolução espacial permite mapas com muito detalhamento (GÓMEZ; MAGNIN, 2019).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), viabilizam análises de alta complexidade em decorrência da integração de variáveis diversas e a elaboração de um banco de dados georreferenciados, obtendo-se assim a possibilidade de elaboração de documentos cartográficos de forma automática (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001).

Na atualidade, a evolução das ferramentas e insumos tecnológicos têm facilitado a elaboração de mapas geomorfológicos no meio acadêmico e científico. Imagens de sensoriamento remoto, com resolução espacial e acessibilidade cada vez maiores, aliadas ao crescente desenvolvimento dos recursos de processamento e análise de dados espaciais, por meio do ferramental do Geoprocessamento (BOTELHO; PELECH, 2019).

Como destaca Santos (2004), as informações geomorfológicas são cruciais para o planejamento ambiental, pois permitem interpretar as relações existentes entre as configurações superficiais do terreno, a distribuição espacial dos núcleos de povoamento e os diferentes tipos de uso do solo que decorrem das limitações impostas pelo relevo. A autora também destaca a adoção da variável relevo, na maioria dos casos, como o tema de referência para os estudos de

planejamento ambiental e determinação dos espaços gerenciais, convergindo os demais temas necessários à elaboração de diagnósticos que contemplem as informações cedidas pela Geomorfologia (SANTOS, 2004).

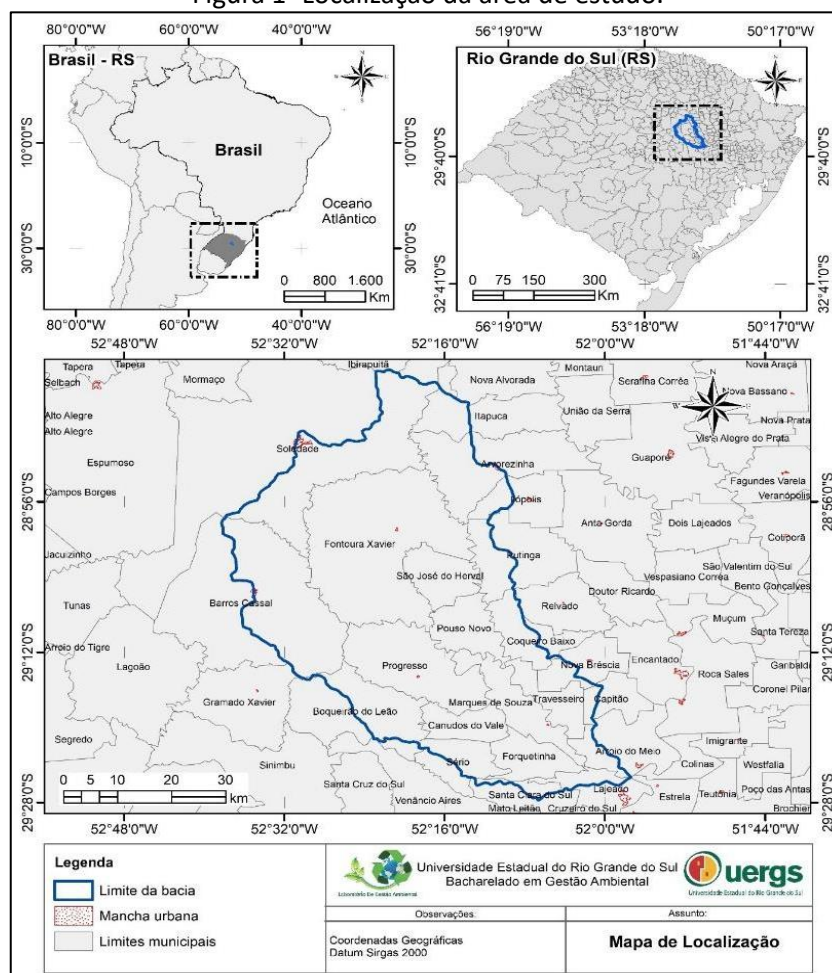
O mapeamento geomorfológico contribui para definições de unidades geomorfológicas, que devem ser levadas em consideração para a distribuição do uso e ocupação de uma região. Neste contexto, o presente estudo se torna de grande importância ao analisar a Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta - RS, caracterizando-a em unidades geomorfológicas e indicando as potencialidades e fragilidades.

Nesse sentido, a análise sistêmica aplicada em Bacias Hidrográficas considera que um conjunto de elementos e as propriedades das partes só podem ser compreendidas a partir da dinâmica do conjunto, assim como cada estrutura é considerada como manifestação de um processo subjacente (AQUINO; ASSIS, 2012).

METODOLOGIA

A área de estudo localiza-se ao nordeste do estado do Rio Grande do Sul, conforme figura 1, abrangendo 22 municípios. As nascentes estão situadas no município de Soledade e a foz encontra-se no município de Lajeado, desaguando no rio Taquari.

Figura 1- Localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

O projeto iniciou com a organização de um Banco de Dados dentro de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), para possibilitar o planejamento das diversas atividades do território, tornando-se um instrumento de auxílio no processo de tomada de decisão tanto pelos gestores públicos quanto privados. O *software* de geoprocessamento que foi trabalhado para todos os temas foi o *ArcGis*.

Foram realizados mapeamentos de altimetria, drenagem, declividade, solos, geologia, distribuição da precipitação, uso do solo e cobertura vegetal, distribuição dos produtores de suínos, e a caracterização socioeconômica dos municípios pertencentes à bacia hidrográfica (Quadro 1).

Quadro 1 - Temas abordados nesse estudo.

Tema	Fonte
Altimetria	Curvas de nível das cartas do exército, escala 1:50.000 e Dados da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).
Drenagem	Cartas do exército, escala 1:50.000 e Dados da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).
Declividade	SRTM disponibilizados pelo <i>United States Geological Survey</i> (USGS).
Solos	Dados da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SBCS).
Geologia	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e o Serviço Brasileiro de Geologia.
Precipitação	Atlas Pluviométrico do Brasil - série histórica de 1977 a 2006.
Uso do solo	Imagens de satélite da série LANDSAT 8, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).
Suínos	Secretaria Estadual da Agricultura Pecuária e Irrigação (SEAPI).
Socioeconômica	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

A compartimentação geomorfológica caracterizou-se com a análise em conjunto de todos os atributos mapeados e espacializados, bem como trabalhos de campo, permitindo construir as Unidades Geomorfológicas, onde foram definidas áreas com características semelhantes na tentativa de demonstrar as variáveis de forma integrada. Na etapa final foram definidas as potencialidades e fragilidades de cada sistema dentro da Bacia Hidrográfica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

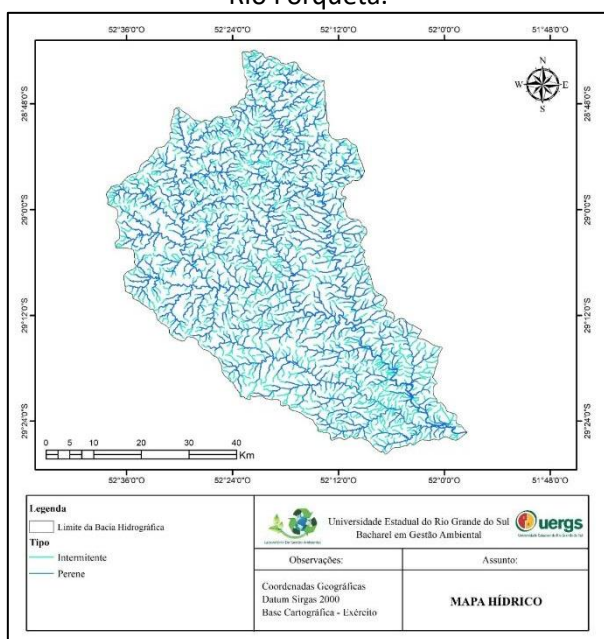
A Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta possui uma área de 284.604 hectares (Figura 2). Os canais do Rio Forqueta, Rio Fão e Arroio Forquetinha são definidos como perenes, bem como seus principais afluentes. Os córregos e canais próximos ao início dos corpos hídricos são definidos como intermitentes, variando seus regimes de fluxo de água, conforme o regime de precipitação pluvial e proximidade do fluxo subterrâneo.

Os canais de maior ordem são os Rios Fão e Forqueta (Figura 3). O Rio Forqueta possui classificação em 3º ordem até o ponto de confluência com o Rio Fão, que por sua vez possui a mesma classificação. A partir da foz do Fão, o Rio Forqueta adquire status de 4º ordem. O Arroio Forquetinha é o terceiro curso hídrico com hierarquia de terceiro nível.

Segundo Périco (2011), a bacia possui sinuosidade de 45,63%, fator responsável pela velocidade do escoamento das águas e classifica a bacia como sinuosa, a análise areal apresentada evidencia o formato da bacia com formação alongada, o que diminui a possibilidade de enchentes em regime normal de precipitação e minimiza a susceptibilidade a erosão do solo.

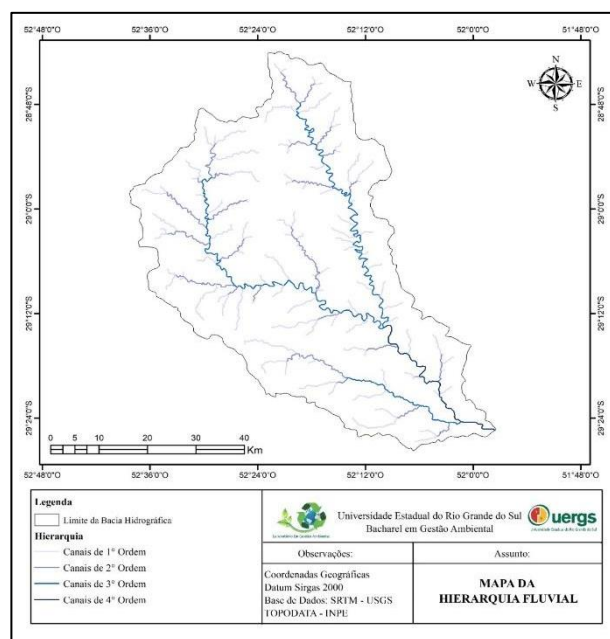
A altitude dentro da bacia hidrográfica do Rio Forqueta varia com pontos entre 20 metros acima do nível do mar até pontos mais elevados com cotas em 800 metros de altitude, conforme ilustrado na Figura 4, sendo perceptíveis as áreas mais baixas ao sul da bacia, que correspondem a planícies de acumulação e, ao norte as áreas de maior elevação altimétrica.

Figura 2 - Mapa hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021)

Figura 3 - Mapa da hierarquia fluvial.



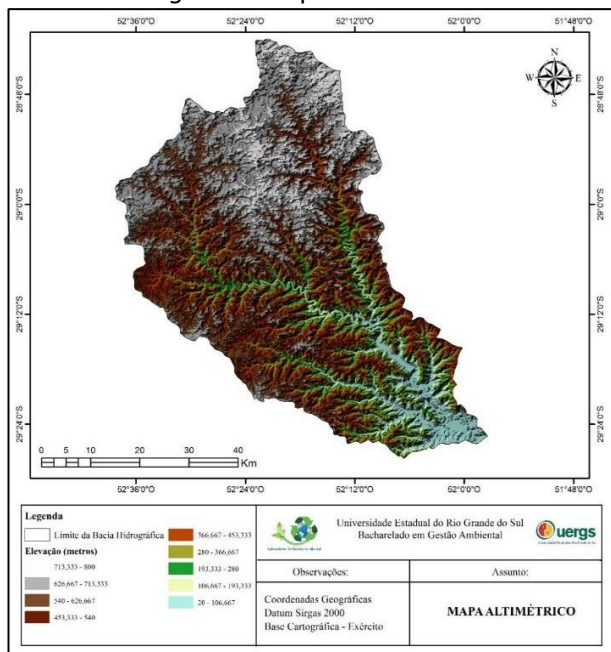
Fonte: Elaborado pelas autoras (2021)

A declividade é fundamental nos estudos de erosão dos solos, pois áreas mais íngremes são em maioria mais susceptíveis ao processo erosivo, combinado a outros fatores. A partir da visualização do mapa de declividade da Bacia Hidrográfica em estudo (Figura 5), pode-se perceber que as declividades acima de 12% correspondem a aproximadamente 80% da área. As maiores declividades estão concentradas nos vales de corpos hídricos, o que favorece o escoamento hídrico. As menores declividades correspondem às planícies ao sul e a áreas ao norte da bacia.

A geologia predominante na bacia é o riodacito com área de 153.983 hectares. As outras duas formações são o basalto com área de 130.509 hectares, formada por rochas de origem vulcânica e rocha sedimentar com 112 hectares (Figura 6). A porção mais extensa da bacia hidrográfica em estudo é derivada de diversos derrames vulcânicos com resfriamento superficial, ocorrendo formação das rochas de basalto a partir dos primeiros derrames, formando as bases e encostas dos morros. Já os últimos derrames apontam para a presença de rochas do tipo riolíticos, presentes em cotas topográficas altas, acima dos 700 metros de altitude, ocorre ainda a formação de rochas intermediárias como os riodacitos (STRECK et al., 2008). O tipo riodacito é uma rocha vulcânica ácida (mais de 66% de sílica).

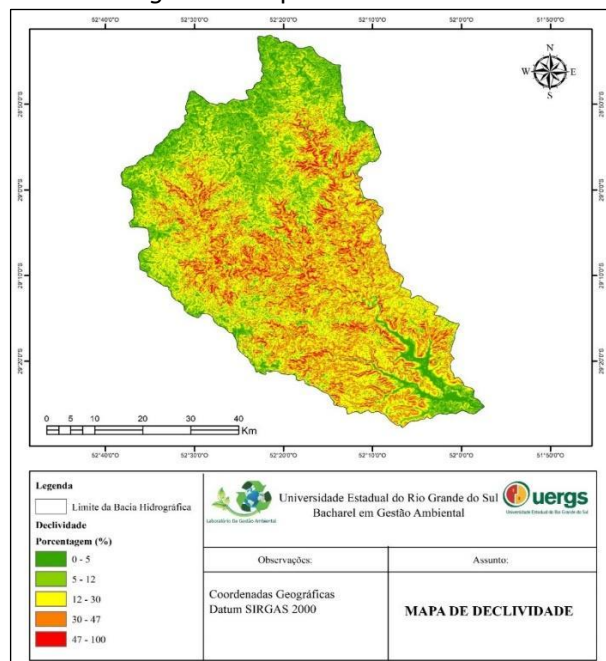
Na figura 7, apresentam-se cinco (5) taxonomias diferentes de solos existentes na área conforme o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS). Os Chernossolos Argilúvicos, com maior área de ocorrência na bacia, apresentam características químicas de fertilidade alta, são associados à Neossolos e situam-se nas várzeas encaixadas dos rios que drenam a Encosta Inferior do Nordeste, o que explica sua grande abrangência dentro do perímetro da bacia. Sua presença em relevos ondulados e fortemente ondulados exigem práticas de conservação intensivas. Os Chernossolos Háplicos ocorrem em relevos mais planos, nas várzeas dos rios sujeitas a inundações, mas com condições de produtividade para culturas anuais (STRECK et al., 2008).

Figura 4. Mapa altimétrico.



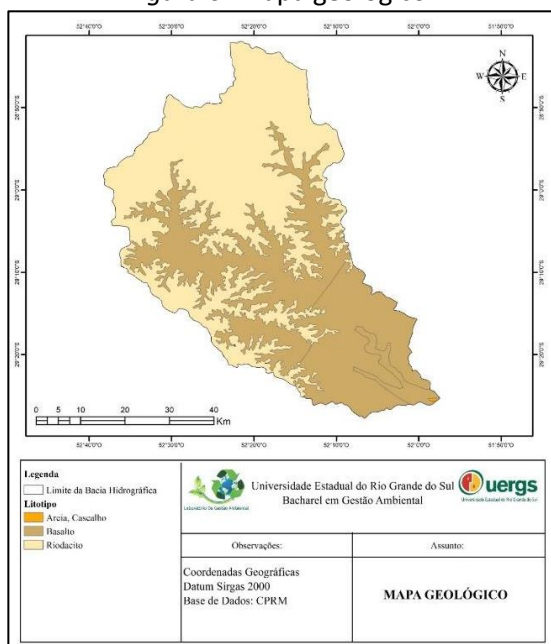
Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Figura 5. Mapa da declividade.



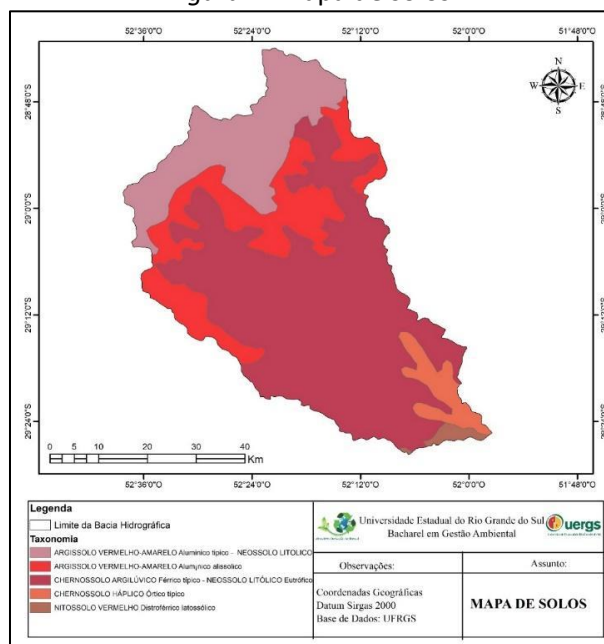
Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Figura 6. Mapa geológico.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Figura 7. Mapa de solos.



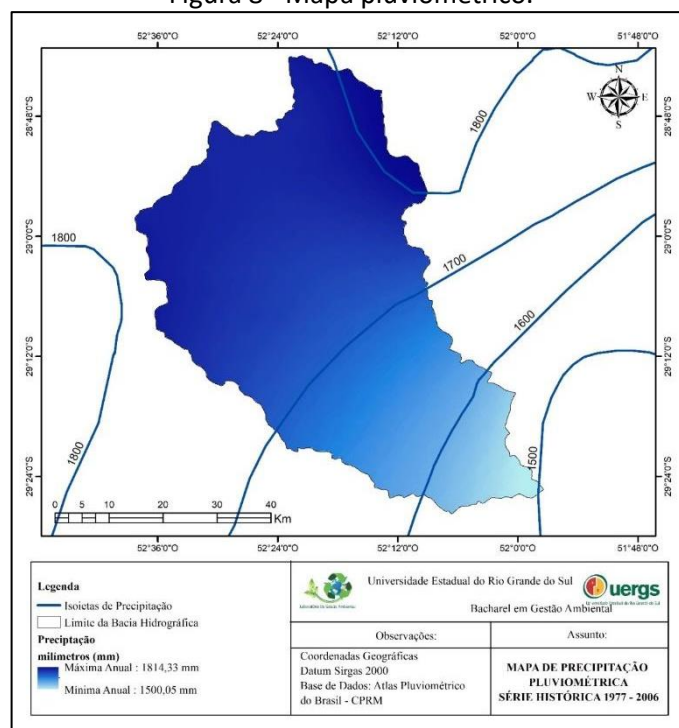
Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

As variações de temperatura ocorrem em decorrência das estações do ano bem definidas, com invernos rigorosos apresentando eventos de geadas e em pontos específicos precipitação de neve, verões quentes, outono mais ameno do que a primavera. O regime de chuvas é relativamente bem distribuído ao longo do ano, conforme o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2002).

O regime de chuvas, conforme ilustrado na figura 8, é correspondente a série histórica analisada de 1977 a 2006, onde pode-se perceber que a variação dos níveis de precipitação ao norte da Bacia Hidrográfica estão ao redor de 1800 mm, diminuindo gradativamente até a foz, onde atinge valores de 1500 mm.

Os maiores níveis de precipitação estão concentrados nas cabeceiras da bacia, que possui característica de um relevo de forte declividade, tornando o escoamento pluvial rápido. Nos períodos de maiores concentrações nos volumes precipitados, a foz pode sofrer com alagamento das planícies características de seu relevo.

Figura 8 - Mapa pluviométrico.



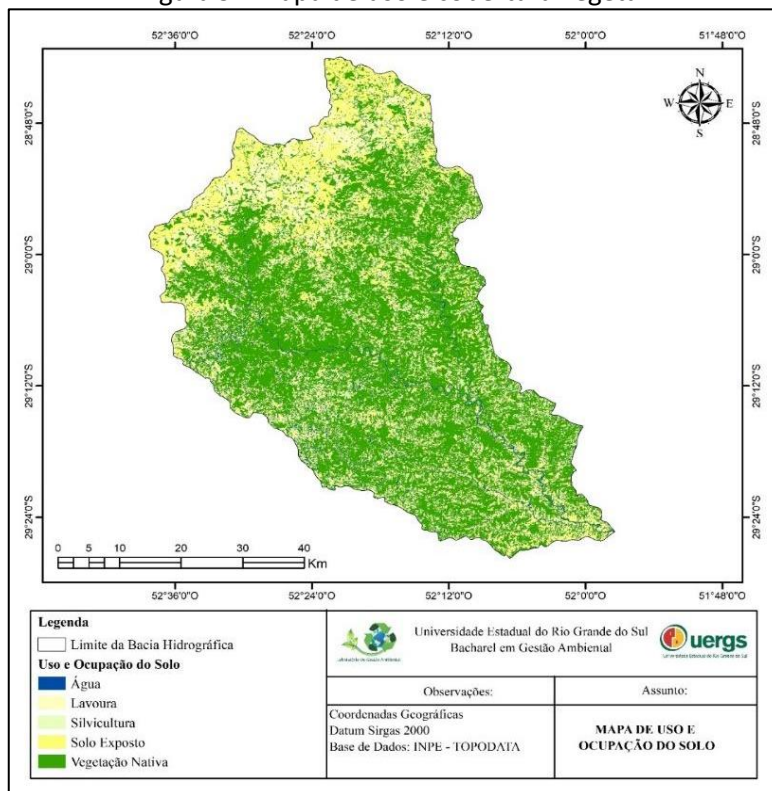
Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

A cobertura vegetal de determinada região é um indicador de qualidade ambiental. A vegetação é responsável por manter a purificação do ar, a arborização urbana, o oxigênio disperso, a recarga hídrica em decorrência de toda participação dentro do ciclo hídrico, além da dispersão da matéria orgânica para o solo, mitigação dos impactos erosivos em virtude de as raízes das árvores firmarem o solo, abrigo para a fauna e preservação dos recursos hídricos superficiais.

Nesse cenário, o mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal se faz imprescindível para obter informações de caracterização física, paisagística e índices de preservação ambiental ao longo do território. Nesse estudo, a área foi dividida em cinco classes (Figura 9).

Percebe-se que grande parte da área de abrangência é coberta por vegetação arbórea. As regiões ao norte e ao sul do perímetro da bacia, que correspondem a declividades menores de 12%, são em sua maioria utilizadas para atividades agrícolas, em virtude do relevo permitir a mecanização. As demais regiões, que possuem declividade acima de 12%, são mais preservadas. Registra-se atualmente um total de 157.619,30 hectares de vegetação arbórea, correspondendo a 55% do total da área estudada, seguida por lavoura e solo exposto com 36% da área. A atividade de silvicultura representa 16.275,30 hectares ou 6% do total. As demais regiões são áreas úmidas, urbanas, dentre outras de menor representatividade.

Figura 9 - Mapa de uso e cobertura vegetal.



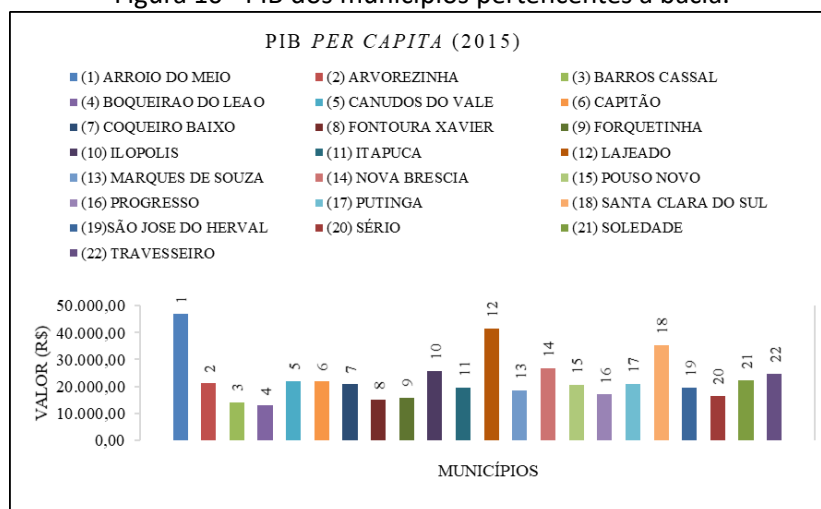
Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA

Na caracterização social, os índices populacionais variam entre pequenas cidades a centros mais urbanizados, como Soledade e Lajeado. A população total da bacia hidrográfica totaliza 206.845 habitantes (IBGE, 2010).

A caracterização econômica levou em consideração o PIB per capita, conforme dados do IBGE (2015), sendo que os municípios com maior índice de desenvolvimento econômico são Lajeado, Arroio do Meio e Santa Clara do Sul (Figura 10).

Figura 10 - PIB dos municípios pertencentes à bacia.



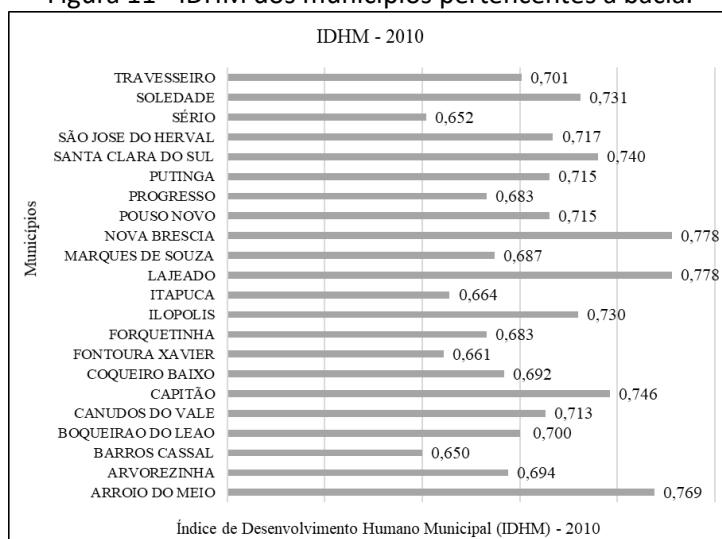
Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Com base nesses resultados é possível calcular o IDHM dos municípios, sendo que o índice varia de 0 até 1 e, quanto mais próximo a 1, melhor é considerado o desenvolvimento humano do município, conforme ilustrado na figura 11. Comparando os dados das 22 cidades que compõem a região hidrográfica, constata-se que nove municípios possuem IDHM em nível médio. Os demais estão classificados com índice alto.

Com a aglomeração da população e a formação de centros urbanos, os sistemas de tratamento utilizados para destinação do esgoto sanitário doméstico precisam ser realizados de forma compartilhada, através de redes de coleta e estações de tratamento.

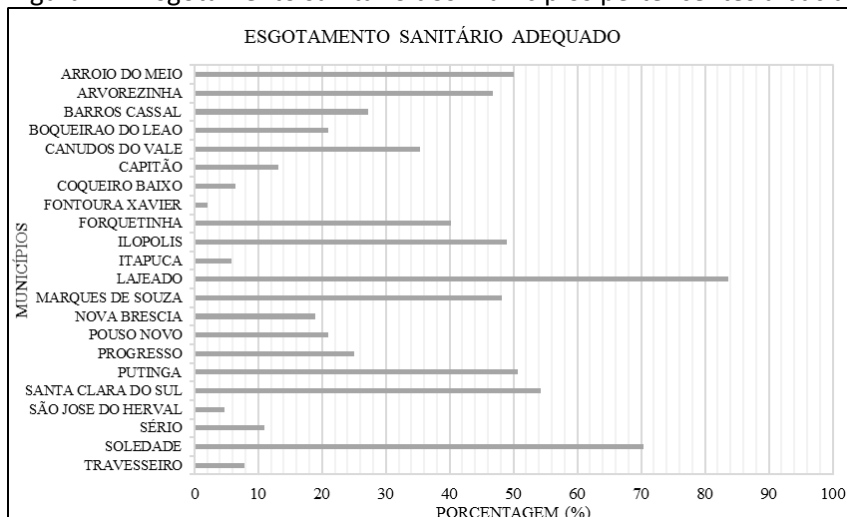
Segundo os dados do IBGE (2010), apresentados na figura 12, os municípios da bacia possuem, em sua maioria, baixos índices de esgotamento sanitário adequado. Embora não tenha a informação de qual a forma adotada por cada cidade, o principal sistema ainda utilizado é o de sumidouros, que são responsáveis pela contaminação do lençol freático e não é a forma adequada de tratamento do esgoto.

Figura 11 - IDHM dos municípios pertencentes à bacia.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Figura 12 - Esgotamento sanitário dos municípios pertencentes à bacia.



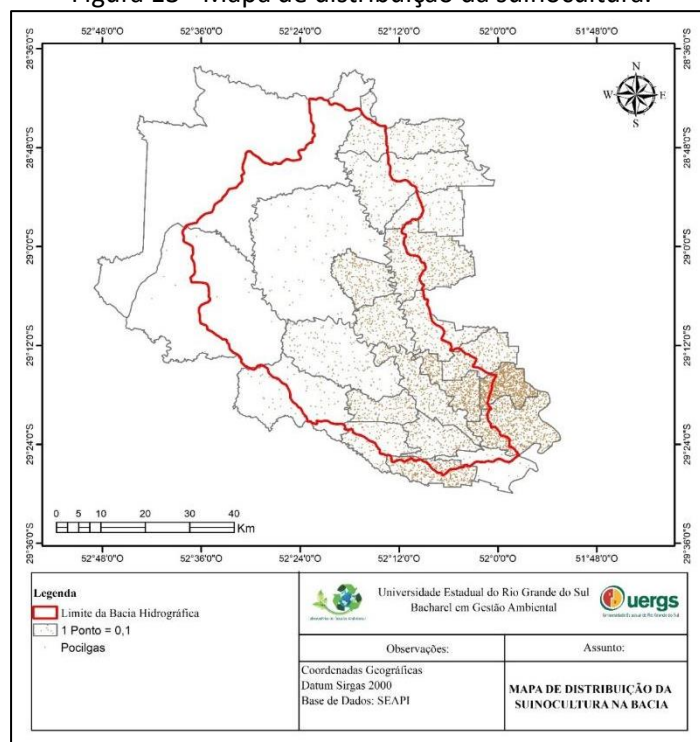
Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Segundo o Relatório Técnico 02 do Plano de Bacia Taquari-Antas (RIO GRANDE DO SUL, 2011), a bacia do Rio Forqueta possui característica agrícola, o fósforo, encontrado em níveis altos nas análises da água, podendo estar associado a diversos fatores naturais ou antrópicos, à geologia de formação da bacia, bem como a decomposição de matéria orgânica – plantas e animais, mas

principalmente a resíduos orgânicos, como tratamento/disposição incorreto do esgoto doméstico, a dispersão no solo de forma indiscriminada ou sem o tempo de estabilização indicado para os efluentes provindos da atividade de suinocultura, atividade com predominância na bacia, bem como demais atividades agropecuárias.

A atividade de suinocultura é abordada no trabalho em decorrência do seu alto potencial poluidor e sua presença marcante dentro do perímetro da Bacia Hidrográfica em estudo. A distribuição espacial das pocilgas de criação e confinamento dos suínos está apresentada na figura 13.

Figura 13 - Mapa de distribuição da suinocultura.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

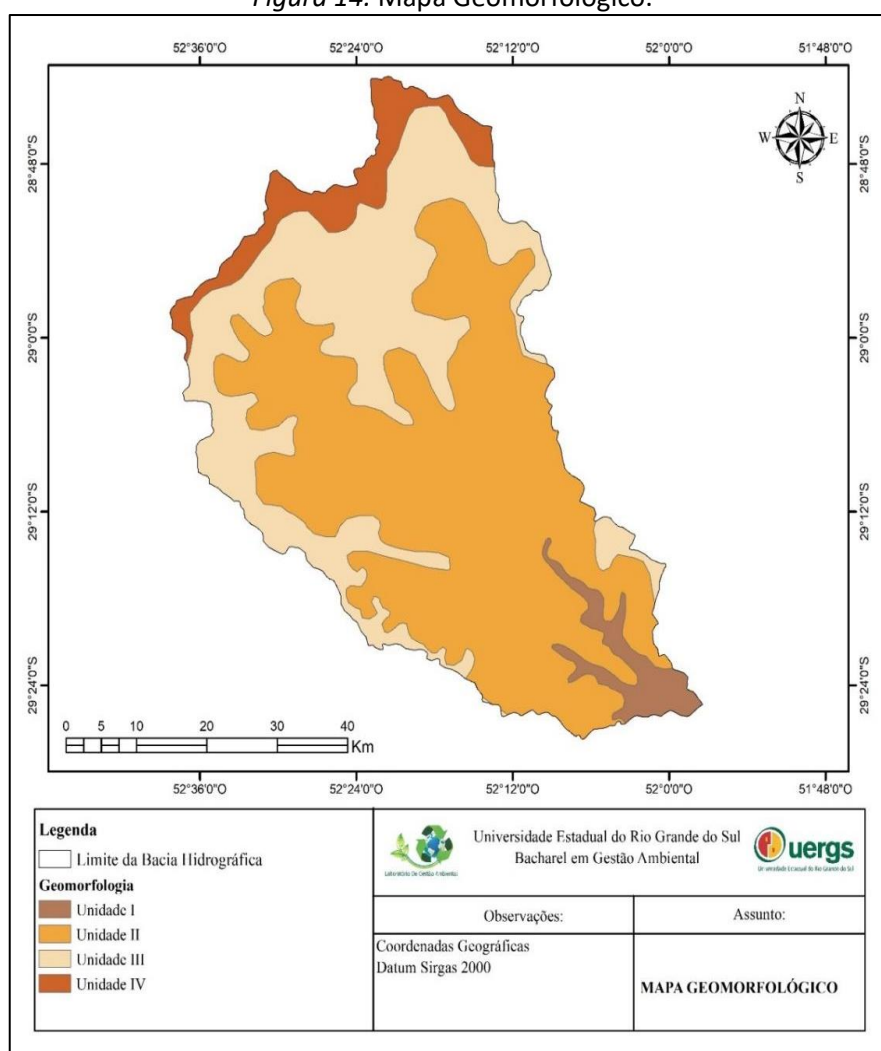
Os municípios com índices mais elevados correspondem aos localizados nas regiões com declividade acima de 12% e características de uso do solo predominante de vegetação arbórea, justificando a quantidade expressiva de criadouros de suínos. Na área existem todas as modalidades

de criação de suínos, sendo 19 destinadas às Granjas de Reprodutores Suínos Certificado, 55 Crechários, 32 Unidade de Produção de Leitões e 498 Unidade de Terminação (SEAPI, 2018).

COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA

Dentro dos limites da bacia foram definidas quatro unidades geomorfológicas (Figura 14). As quatro unidades geomorfológicas são (Quadro 2): fundo de vale com relevo plano (I), relevo fortemente ondulado e escarpado (II), relevo ondulado (III) e plano de altitude (IV).





Figura 14. Mapa Geomorfológico.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

A Unidade Geomorfológica I é característica de fundo de vale, com relevo plano, localizada ao sul da bacia, apresentando características morfométricas de declividades entre 0 e 12% e altitudes variadas de 20 a 200 metros acima do nível do mar. O substrato geológico presente nessa formação é de origem sedimentar, com a presença de areia e cascalhos de regiões basálticas. A formação é de três taxonomias diferentes de solo e sua ocupação é em maioria recoberta por lavouras e/ou solo exposto para preparação de novas áreas de plantios. Sua característica geológica principal é de acumulação.

Quadro 2 - Unidades Geomorfológicas da Bacia Hidrográfica.

Indicadores	Unidade I	Unidade II	Unidade III	Unidade IV
<i>Morfologia</i>	Fundo de vale com relevo plano	Relevo fortemente ondulado e escarpado	Relevo ondulado	Plano de altitude
<i>Morfometria – Declividade</i>	0 – 12%	12 – 100%	0 – 30%	0 – 12 %
<i>Morfometria – Altitude</i>	20 a 220 m	80 a 740 m	500 a 780 m	640 a 800 m
<i>Substrato Geológico</i>	Areia, cascalho e basalto	Basalto e riodacito	Riodacito e basalto	Riodacito
<i>Solos</i>	Chernossolo Argilúvico Chernossolo Haplíco Nitossolo Vermelho	Argissolo Vermelho – Amarelo Chernossolo Argilúvico Chernossolo Haplíco	Argissolo Vermelho - Amarelo	Argissolo Vermelho – Amarelo
<i>Uso do solo predominante</i>	Lavoura e solo exposto	Vegetação nativa e silvicultura	Lavoura e solo exposto	Lavoura e solo exposto
<i>Processo Superficial Principal</i>	Acumulação	Movimento de massa, deslocamento de blocos e processos erosivos com geração de ravinas e voçorocas na base.	Erosão com pequenos ravinamentos	Intemperismo e pequenos ravinamentos
<i>Imagem</i>				

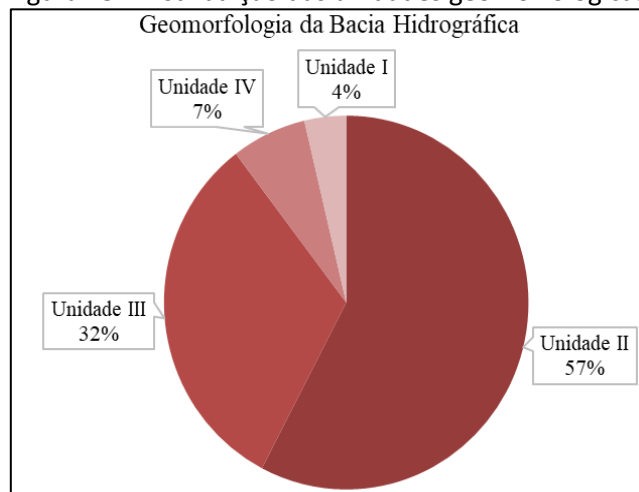
Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

A Unidade Geomorfológica II possui uma morfologia de relevo fortemente ondulado e escarpado, com declividades que variam entre 12 e 100% de inclinação. A altitude encontrada nesses pontos varia de 80 a 740 metros, com ocorrência predominante dentro da bacia, se estendendo do Sul até a região Norte, com a presença de vales encaixados (Figura 15). O principal processo superficial presente nessa unidade são movimentos de massa, deslocamento de blocos e processos erosivos com formação de ravinas e voçorocas na base. Os solos de formação dessa unidade são Argisolos Vermelho-Amarelos e Chernossolos. O principal uso do solo nessa região é para prática de silvicultura, com extensas áreas de vegetação nativa.

A Unidade Geomorfológica III tem características de relevo ondulado, com presença de maiores áreas ao norte, circundado a unidade II pelo lado oeste e com presença em pontos específicos no lado leste. As análises morfométricas apresentam declividades entre 0 e 30% e altitudes de formação entre 500 e 780 metros de elevação em relação ao nível do mar. A formação rochosa é composta por rochas de basalto e riodacitos e as taxonomias de solo presente é o Argissolo Vermelho Amarelo. O uso predominante do solo é para lavoura, com áreas de solo exposto devido ao preparo para plantio ou período entre safras. A formação está sujeita a processos superficiais de erosão, com possibilidades de formação de pequenas ravinas.

A Unidade Geomorfológica IV, situada ao extremo norte da área delimitada, corresponde a uma estreita faixa que se estende por todo o perímetro, de leste a oeste da bacia. A morfologia é plano de altitude, localizada em altitude entre as cotas de 640 a 800 metros e com declividades entre 0 e 12%. O substrato geológico de formação é riodacito, os processos superficiais são intemperismo e pequenas ravinas, composta por solos do tipo Argissolo vermelho-amarelo. Seus usos principais correspondem a atividades agrícolas com lavouras e solos expostos.

Figura 15 - Distribuição das unidades geomorfológicas.



Fonte: Elaborada pelas autoras (2021).

Segundo Santos et al., (2010) a fragilidade potencial é representada pela integração de informações da geomorfologia, tipos de solos, morfometria de declividade, geologia e demais informações físicas, já a fragilidade emergente, integra a fragilidade potencial com o tipo do uso do solo.

As potencialidades e fragilidades do terreno são avaliadas conforme elementos e características naturais do relevo associados aos seus usos. No território da bacia do Rio Forqueta, dividida em quatro unidades geomorfológicas distintas, elencou-se os pontos fortes e fracos em conformidade às suas características.

Unidade geomorfológica I: Localizada ao sul da bacia, possui características de baixas declividades, seus usos predominantes são para atividades agrícolas, os solos presentes nessa região possuem susceptibilidade de erosão o que demanda práticas de manejo e conservação. Nesse contexto as fragilidades potenciais da área são consideradas fracas, mas a fragilidade emergente torna-se alta em decorrência da viabilidade de usos das áreas, com potenciais de produção e urbanização.

Unidade geomorfológica II: Unidade com fragilidade potencial forte, suas declividades variam entre 12 e 100% e o relevo escarpado a fortemente ondulado é susceptível a formação de

ravinas, voçorocas e deslizamentos, sua fragilidade emergente, é baixa devido às características do relevo não permitirem a ocupação da maior porcentagem do terreno o que preserva a vegetação e o solo. As maiores potencialidades da área estão representadas pela predominância da vegetação nativa e atrativos naturais para realização de ecoturismo.

Unidade geomorfológica III: Unidade com médio nível de fragilidade, devido às declividades do relevo oscilam entre 0 e 30%, seus solos são passíveis de compactação com predominância de usos por atividades agrícolas, seu potencial resulta da viabilidade de mecanização das áreas e cultivos agrícolas, o que expande a fragilidade emergente.

Unidade geomorfológica IV: Localizada ao Norte da bacia, apresenta a fragilidade potencial fraca resultante do terreno plano de altitude variar as declividades entre 0 e 12%, seus usos predominantes são lavouras em decorrência da viabilidade de mecanização das áreas, apresentando potencialidades de exploração econômica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As geotecnologias empregadas para o desenvolvimento do trabalho apresentaram eficiência e agilidade na obtenção e processamento das informações necessárias ao cruzamento de dados e resultados de características físicas de relevo, pedologia, geologia, clima, uso, cobertura, recursos hídricos e especialização de informações da atividade de suinocultura.

Conclui-se desta maneira, que através do mapeamento e a análise geomorfológica é possível contribuir com o ordenamento da ocupação do espaço, sem comprometer os recursos naturais e viabilizar um zoneamento organizado das áreas. O Planejamento Ambiental é uma ferramenta utilizada pelos poderes públicos para organização do território, com informações de potencialidades e fragilidades ambientais, sendo que o uso e ocupação é desenhado em conformidade com as características presentes no ambiente.

Neste cenário, a divisão geomorfológica do território pode ser utilizada como base para direcionamento das diretrizes e ações, na organização e preservação dos recursos naturais da bacia hidrográfica do Rio Forqueta.

REFERÊNCIAS

AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. **Agroecologia**: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2012.

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado; PELECH, André Souza. Do Mapeamento Geomorfológico do IBGE a um Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 64, n. 1, p. 183-201, jan./jun. 2019. DOI: https://doi.org/10.21579/issn.2526-0375_2019_n1_183-201. Acesso em: 15 abr. 2021.

CÂMARA, G; DAVIS, C; MONTEIRO, A. M. V. (Org.) **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São Paulo: INPE, 2001.

GÓMEZ, Juan Carlos; MAGNIN, Lucía Angélica. Mapa de unidades geomorfológicas del Parque Nacional Bosques Petrificados de Jaramillo (Santa Cruz, Argentina) para su aplicación geoarqueológica. **Investigaciones Geográficas**, Instituto de Geografía, UNAM. Núm. 98, Abril, 2019. <https://doi.org/10.14350/rig.59739>. Acesso em: 16 abr. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Cidades. **Censo 2010**. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs>. Acesso em: 07 ago. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Cidades. **PIB per capita**. 2015. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs>. Acesso em: 07 ago. 2020.

PÉRICO, E. *et al.* Análise fisiográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta, RS. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, XV, 2011, Curitiba. **Anais XV simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, Curitiba, PR, Brasil: INPE, 2011, p. 1200 – 1207. RIO GRANDE DO SUL. **Atlas Socioeconômico**: Rio Grande do Sul. Porto Alegre: SCP, 2002. 2º ed. Atlas.

RIO GRANDE DO SUL. **Plano de Bacia Taquari-Antas**: Relatório técnico 02 – Tomo I. 2011. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/0BByn_B-4Lg7RGTUdaVzRfdmJna3M/view. Acesso em: 20 mar. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. **Plano de Bacia Taquari-Antas**: Relatório técnico 02 – Tomo II. 2011. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/0BByn_B-4Lg7RGTnRvYkZmT2d1azA/view. Acesso em: 20 mar. 2021.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, R. M. dos. *et al.* Análise da Fragilidade Ambiental no Município de Tamboara –PR: Aplicações e Estudo Comparativo de Duas Metodologias. **Revista Eletrônica do Curso de Geografia**, Jataí, n.14, p. 93-120. 2010. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/download/26003/14972>. Acesso em: 20 mar. 2021.

SEAPI. SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL. **Acesso aos Sistemas**. Ano 2018. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/sistemas>. Acesso em: 20 dez 2019.