

ÍNDICE DE FRAGILIDADE PONTUAL DA REDE VIÁRIA NA SUB- BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CURUÇU, ZONA RURAL DE SANTIAGO, RS

Ricardo Vieira da Silva¹
Alessandro Carvalho Miola²
Romario Trentin³
Marcos Augusto Gomes dos Santos⁴

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
ric.sveira@gmail.com, alessandro@politecnico.ufsm.br,
romario.trentin@gmail.com, marcosagds87@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho busca mapear e identificar os locais de cruzamento entre o sistema viário e a hidrografia obtendo o Índice de Fragilidade Pontual (IFP) (MIOLA, 2013), obtido pelos cruzamentos da rede de drenagem ordenada com a rede viária classificada, bem como a aplicação de álgebra de mapas sobre uma sub-bacia hidrográfica predominantemente rural. A operacionalização deste cruzamento deu-se através das ferramentas do QGIS, que permitem usar campos das tabelas de atributos das camadas vetoriais classificadas e multiplicá-las entre si através da calculadora de campo. Para isso, é necessário fazer previamente à interseção das feições lineares, preservando as variáveis de ambas as camadas na feição resultante. Sobre a nova feição pontual. O resultado dessa operação é o Índice de Fragilidade Pontual (IFP). Esse índice representa em termos práticos a materialização das estruturas que ocorrem na sub-bacia, bem como o grau do risco inerente ao problema da falta de mobilidade rural. Pode-se concluir que esse indicador tem um método de obtenção de baixa complexidade, dependendo apenas da obtenção de bases cartográficas fidedignas à análise espacial em questão. Também, conclui-se que ao proceder a uma multiplicação vetorial entre as feições espaciais hidrografia e sistema viário, reproduz-se uma analogia matemática-computacional perfeitamente condizente à realidade observada na natureza. Os pontos resultantes desse cruzamento têm em si atributos espaciais que possibilitam inferir sobre as fragilidades que podem influenciar a mobilidade das pessoas que dependem das estruturas, principalmente as viárias. Com base nos resultados apresentados, pode concluir que a sub-bacia do Arroio Curuçu tem um grau de fragilidade pontual no seu sistema viário predominantemente entre baixo e médio, visto que o maior número de cruzamentos encontra-se nessas duas classes de IFP.

PALAVRAS-CHAVE: Índice de Fragilidade Pontual; Ordem de Strahler; Sistema Viário.

INTRODUÇÃO

Políticas de planejamento requerem unidades espaciais de planejamento e as bacias hidrográficas são ótimas unidades espaciais para este fim visto que as mesmas preenchem vários requisitos que são fatores decisivos para o planejamento de uma gama extensa de atividades, além é claro do planejamento hídrico. De acordo com Teodoro *et. al.* (2007, p. 137):

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, incorpora princípios e normas para a gestão de recursos hídricos adotando a definição de bacias hidrográficas como unidade de estudo e gestão.

Citando ainda Magalhães Jr. (2007):

As bacias hidrográficas são unidades espaciais de dimensões variadas, onde se organizam os recursos hídricos superficiais em função das relações entre a estrutura geológica-geomorfológica e as condições climáticas. Vêm sendo adotadas como áreas preferenciais para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, sendo que, a partir de 1980, a modernização dos modelos de gestão da água passou a incorporar o conceito de sustentabilidade, fazendo com que a gestão ambiental e da água

tivessem sua importância reforçada nas políticas públicas de desenvolvimento de numerosos países.

Alguns desses fatores de decisão que geralmente as bacias hidrográficas delimitam bem ou mesmo possuem como características são: geomorfologia, geologia, pedologia, hidrologia, etc. Tais fatores permitem diversas análises e caracterizações, entre elas o planejamento e a implantação de estrutura viárias. De acordo com Cysne, Santos e Pereira (2010, p. 1):

Uma das principais unidades de estudo e modelo de gestão dos recursos hídricos são as bacias hidrográficas, pois, a partir delas é possível elaborar planejamentos territoriais que evitem ou minimizem tanto os problemas sociais (decorrentes das enchentes, deslizamentos...), quanto os problemas ambientais (desmatamentos, poluição, aterros das nascentes etc.) tão comuns nos dias atuais.

A conceituação de bacia hidrográfica possui basicamente um único conceito que a define que segundo Christofolletti (1980, p. 102):

É definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial. A quantidade de água que atinge os cursos está na dependência do tamanho da área ocupada pela bacia, da precipitação total e de seu regime, e das perdas devidas à evapotranspiração e à infiltração.

Entretanto sub-bacias e microbacias possuem variações de interpretação de autor para autor, tendendo sempre para o fator chave levado em consideração como fatores ambientais, ecológicos ou mesmo dimensional. Para Faustino (1996) sub-bacias são classificadas como áreas menores que 700 km² e maiores que 100 km² e as microbacias como áreas menores que 100 km².

Nesse sentido os estudos das bacias hidrográficas fornecem elementos importantíssimos para o dimensionamento das estruturas viárias de uma dada localidade, visto que a hierarquia fluvial condiciona os tipos de estruturas a serem construídas. Pode-se dizer, também, que analisar a hidrografia em função de índices de ordem fluvial leva ao entendimento acerca da ocupação e do uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas. Canais fluviais de maior ordem, teoricamente, podem ser usados como hidrovias, onde, desde os tempos iniciais da interiorização do Brasil, nos séculos passados, os rios foram os principais meios de ligação entre pessoas de comunidades distantes.

Atualmente, as estradas não pavimentadas desempenham um importante papel para a mobilidade das comunidades rurais, permitindo o transporte de matérias-primas, escoando a produção e fazendo a ligação entre as demais localidades (CUNHA, 2011). No entanto as estradas rurais são, na maioria das vezes, fontes de sedimentos para os rios, que por vezes ocasionam o rompimento ou obstrução das estruturas presentes nos cruzamentos.

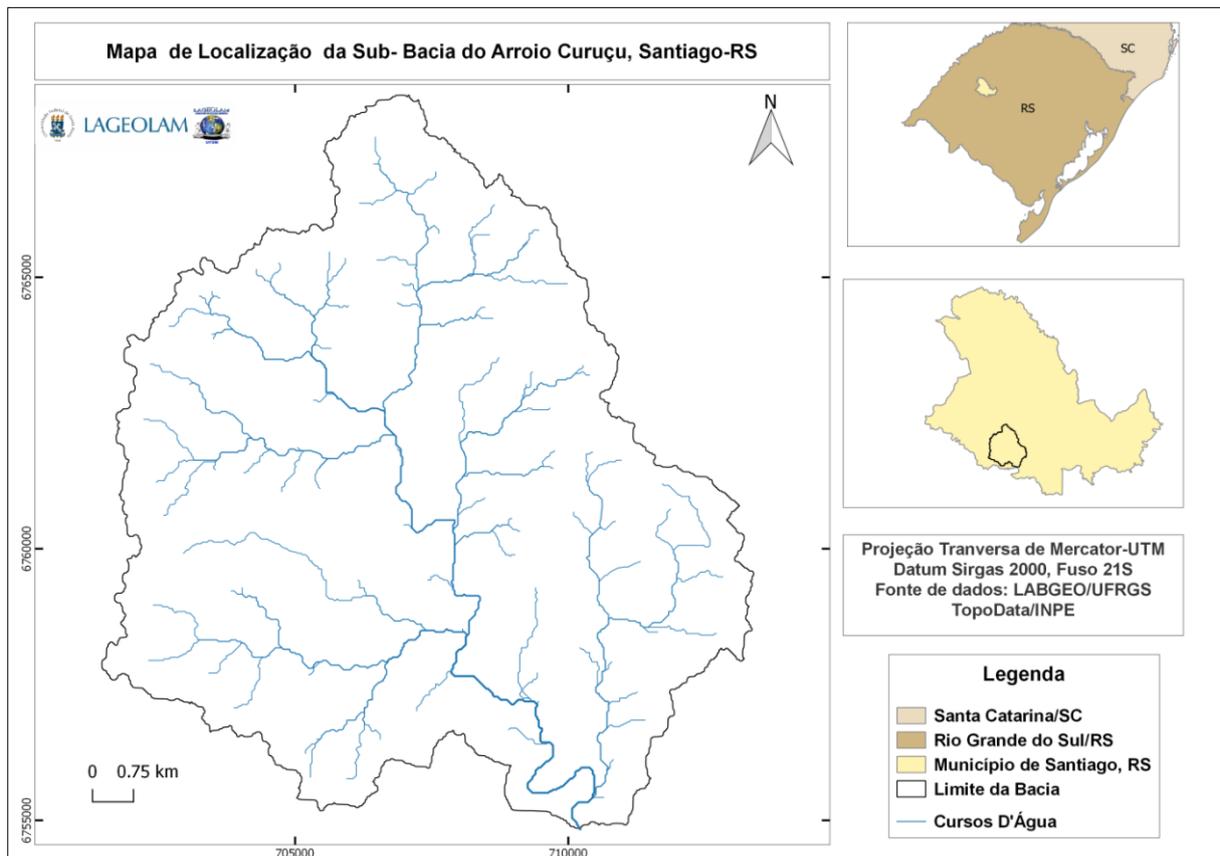
As bases cartográficas digitais e Sistemas de Informações Geográficas vêm sendo cada vez mais utilizadas para o planejamento visto a sua capacidade de manipulação e análises de respostas rápidas e fidedignas. Segundo Paulino e Carneiro (1998 *apud* Silveira, Carneiro e Portugal, 2008), de forma bem fácil, podemos conceituar uma base cartográfica como sendo uma “representação cartográfica dos aspectos ambientais, produzida com aplicação de métodos cartográficos de transformação de superfícies apoiados no referencial geodésico único, representada inicialmente em um formato analógico”. Uma base digital simples permite gerar dados para, por exemplo, a caracterização morfométricas de uma bacia que segundo Teodoro *et. al.* (2007, p. 137) “é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises ambientais, e tem como objetivo elucidar as várias questões relacionadas com o entendimento dinâmica local e regional”. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o Índice de Fragilidade Pontual das estradas rurais da sub-bacia do Arroio Curuçu, no município de Santiago, RS.

MATERIAIS E MÉTODOS

Tendo em vista que bacias hidrográficas são unidades espaciais de planejamento muito utilizadas em vários estudos de análise ambiental, planejamento territorial, recursos hídricos, pedologia, geomorfologia, ocupação antrópica, economia, etc., torna-se de grande utilidade ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas que

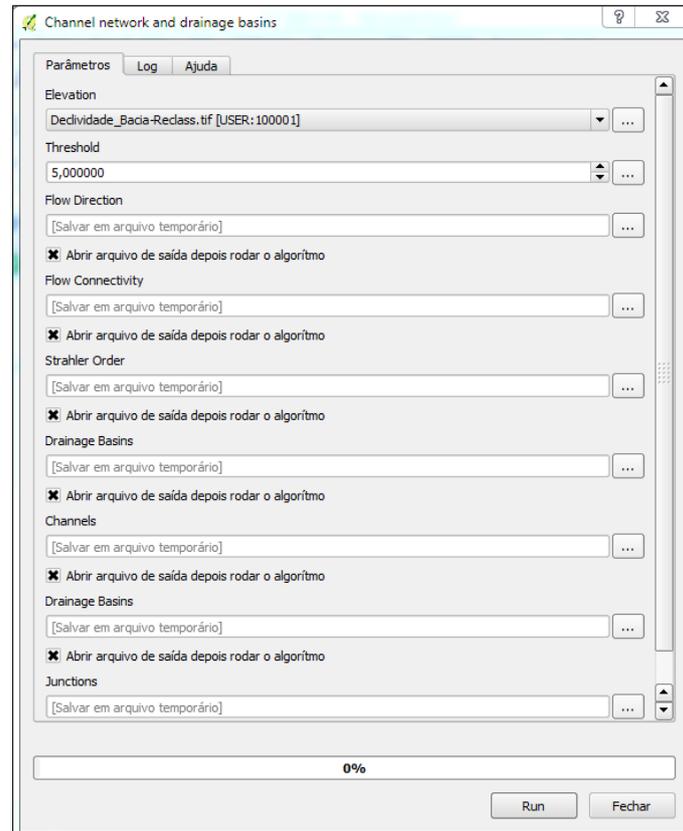
possam simular algumas características de análise *a priori* que forneçam informações confiáveis iniciais para uma posterior análise aprofundada. Sendo assim, utilizou-se o software livre, QGIS v.2.14.20 com a finalidade de gerar um modelo hidrológicamente consistente, emulado dentro do mesmo o SAGA GIS para então delimitar a bacia hidrográfica e seus demais atributos. Assim, utilizou-se duas cenas, 29s555 e 28s555, SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) de 30 (trinta) metros de resolução espacial com suas depressões corrigidas pelo TopoData do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) representando modelo digital de elevação topologicamente consistente que cobriam a área de estudo, no caso o município de Santiago-RS, com ênfase para a bacia do arroio Curuçu localizada entre as coordenadas geográficas 29°12'16.51"S e 29°12'16.51"S e 29°17'46.47"S e 54°49'3.36"O (Figura 1). Nessas cenas aplicou-se, então, uma sequência de procedimentos específica nos dois aplicativos de SIG: QGIS v.2.14.20 e SAGA GIS para a geração do modelo hidrológicamente consistente.

Figura 1: Mapa de localização da sub-Bacia do Arroio Curuçu, Santiago, RS.



No QGIS emulou-se o SAGA GIS para utilizar-se o algoritmo *Channel Network and Drainage Basins* (Figura 2), contido na ferramenta *Terrain Analysis*. O SAGA GIS (*System for Automated Geoscientific Analyses*) é um software de GIS que funciona com provedor de algoritmos livre, híbrido e multiplataforma, podendo ser instalado no QGIS como um *plug-in*. O SAGA GIS provê vários métodos geocientíficos divididos em pacotes também chamados de bibliotecas de módulo (QGIS, s/d).

Figura 2: Janela com a rotina do QGIS-SAGA GIS utilizada na delimitação da bacia e rede de drenagem.



Para que possamos extrair as variáveis morfométricas é indispensável realizar um pré-processamento cartográfico, visto que os dados originais dos MDEs, quando feito o download do TopoData INPE o datum sobre o qual foram obtidos os dados da missão SRTM foi o WGS 84 com coordenadas geográficas de georreferenciamento dos dados brutos. O pré-processamento seguiu a seguinte sequência: (a) mosaico das cenas no sistema de coordenadas e datum original, no caso WGS84, (b) reprojetar o mosaico na projeção UTM Fuso 21S Zona J e (c) extrair o MDE a partir do limite de Santiago, RS.

No processamento dos dados no SAGA GIS é importante frisar o uso do algoritmo do *Fill* (do inglês, preencher) para corrigir as depressões presentes nos MDE's, que de acordo com Mendes e Cirilo (2001 *apud* Sobrinho *et. al.*), caracterizam-se por áreas rodeadas de pixels com altitudes superiores aos de uma depressão. Posteriormente se fez todo o processo de geração da rede de drenagem no algoritmo *Channel Network and Drainage Basins*, que se compõe das seguintes etapas: (i) definição do limiar (*Threshold*), como o parâmetro para a geração da delimitação da bacia e da rede de drenagem, sendo utilizado um valor de 5 (cinco); (ii) direção de fluxo (*Flow Direction*); (iii) conexão do fluxo (*Flow Connectivity*); (iv) ordem dos canais (*Strahler Order*); (v) bacia de drenagem (*Drainage Basins*); (vi) geração da rede de canais (*Channels*) e por último; (vii) as confluências (*Junctions*). É importante destacar que o processo no SAGA GIS se faz automaticamente a partir do MDE, do *Threshold* e do *Flow Direction*. Estes dois últimos são os únicos parâmetros obrigatórios no algoritmo, uma vez que podemos escolher (marcar/desmarcar) quais produtos quer se gerar.

No tocante aos algoritmos do SAGA GIS é importante observar, que toda vez que mudamos o valor do limiar se faz necessário a criação de uma nova pasta, para onde são direcionados os novos arquivos gerados. Esse procedimento se faz necessário para que ocorra de forma satisfatória, uma vez não feita verificou-se a não geração dos novos produtos.

Para podermos realizar o cruzamento da hidrografia ordenada proveniente do MDE, com o sistema viário classificado utilizou-se como apoio a base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul, em coordenadas na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) – fuso 21S, na escala 1:50000, disponível no site Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

(UFRGS), conforme HASENACK, H.; WEBER, E.(org.). Entretanto, tais dados, retratam uma realizada desatualizada, fato que exigiu a atualização com base no *Open Street Map* e *Google Earth*. Ambos os conjuntos de dados foram integrados em uma única camada do SIG e, a partir dessa compilação, fez-se a vetorização dos trechos de acessos às propriedades rurais e a classificação, adaptada conforme o Ministério da Defesa (2008): como segue:

- *Classe 1:* Rodovias pavimentadas - Rodovias de revestimento sólido (asfalto, concreto ou calçamento), com um número variado de faixas, sem separação física entre as pistas de tráfego;
- *Classe 2:* Estradas não pavimentadas - Estradas transitáveis durante o ano com revestimento solto ou leve, que permite o tráfego mesmo em época de chuvas, com um número variável de faixas;
- *Classe 3:* Estradas de tráfego periódico - Estradas transitáveis somente em tempo bom e seco, com revestimento solto ou sem revestimento e largura mínima de 3,0m; são estradas com conservação precária e de traçado irregular.

Os segmentos das vias rurais podem ser obstruídos em parte ou no todo pelas cheias que atingem as estradas de forma diferenciada, conforme sua topografia, tipo de pavimento e seu escoamento lateral. Já os cruzamentos entre o sistema viário e a hidrografia caracterizam-se por maior suscetibilidade à obstrução, quanto maior for a magnitude fluvial (ordem dos canais da rede hidrográfica), a montante da seção do arroio com a estrada. Classificar os canais da rede de drenagem foi importante, pois assim foi possível categorizar-se o grau de influência que o curso de água pode ter sobre uma determinada estrada que o perpassa ou tangencia (MIOLA, 2013). Essa classificação possibilitou identificar para cada cruzamento (estrada x arroio), qual a ordem de Strahler (arrosios) cruza a classe viária enumerada.

A operacionalização deste cruzamento deu-se através das ferramentas do QGIS, que permitem usar campos das tabelas de atributos das camadas vetoriais classificadas e multiplicá-las entre si. Para isso, é necessário fazer previamente à interseção das feições lineares, preservando as variáveis de ambas as camadas na feição resultante. Sobre a nova feição pontual, fez-se a multiplicação dos campos Classe Viária x Ordem Strahler, por meio da Calculadora de Campo do QGIS. O resultado dessa operação foi assumido como o Índice de Fragilidade Pontual (IFP). Esse índice representa em termos práticos a materialização das estruturas que ocorrem na sub-bacia, bem como o grau do risco inerente ao problema da falta de mobilidade rural.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os produtos gerados através da delimitação da sub-bacias foram de suma importância para que pudéssemos gerar o Índice de Fragilidade Pontual (MIOLA, 2013). A caracterização da hierarquia fluvial configura-se como um dos primeiros trabalhos a serem feitos para que possamos entender a dinâmica geoambiental da área em estudo (Figura 3). De acordo com Christofolletti (1980), a hierarquia fluvial representa o processo de classificação dos cursos d'água, onde a área drenada se encontra. Sua função é facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos (análise linear, área e hipsometria etc.) sobre as bacias hidrográficas. Quanto maior a participação percentual de canais de 1ª ordem, maior é a fragilidade da paisagem, pois os mesmos indicam maior dissecação do relevo, que pode ser provocada por controle estrutural, como falhas, fraturas ou dobramentos CHRISTOFOLETTI (1980).

Ao analisarmos a Tabela 1 podemos comprovar a relação densidade de drenagem versus densidade de canais de 1ª ordem representando respectivamente 111 dos cursos d'água, o que equivale a uma magnitude de 55,78 % presente na sub-bacia do Arroio Curuçu.

Figura 3: Hierarquia fluvial da sub-bacia do Arroio Curuçu, Santiago-RS.

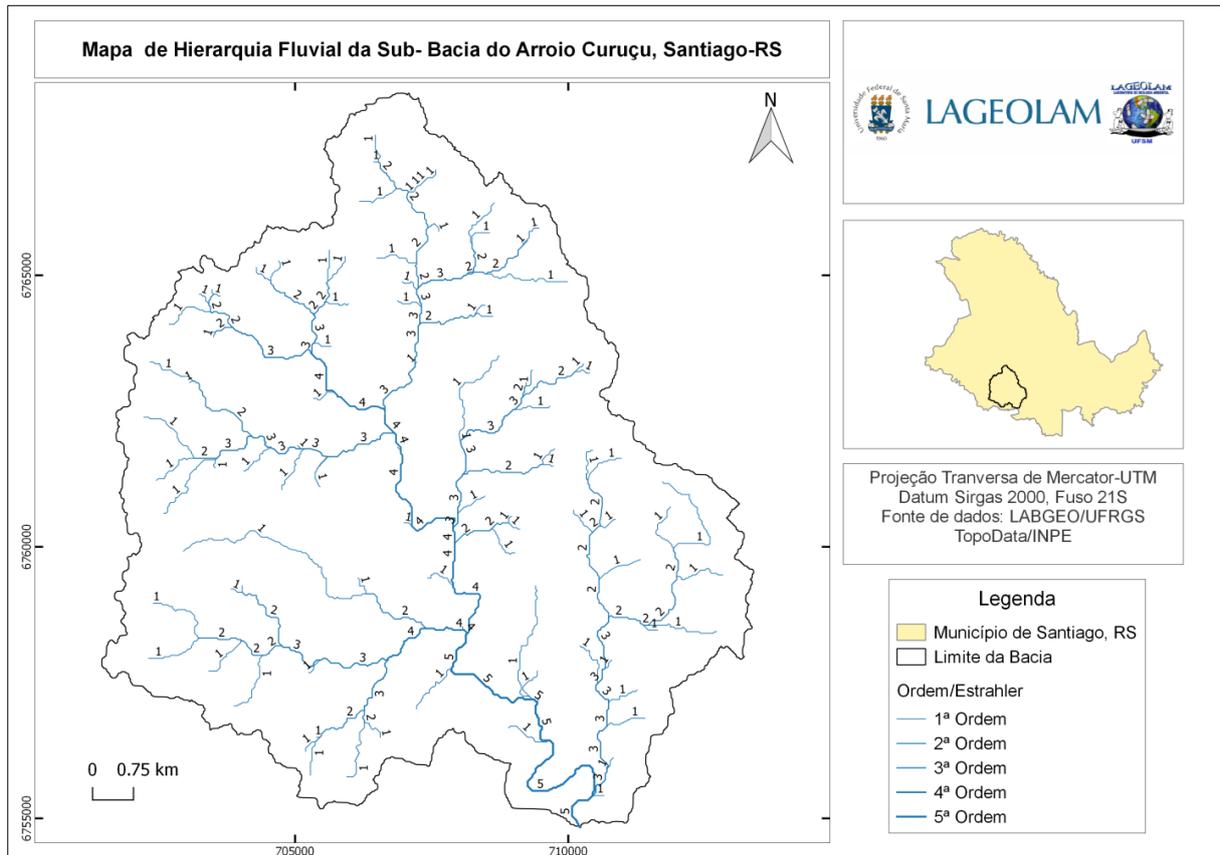


Tabela 1: Número de segmentos hidrográficos da sub-bacia do Arroio Curuçu, Santiago-RS.

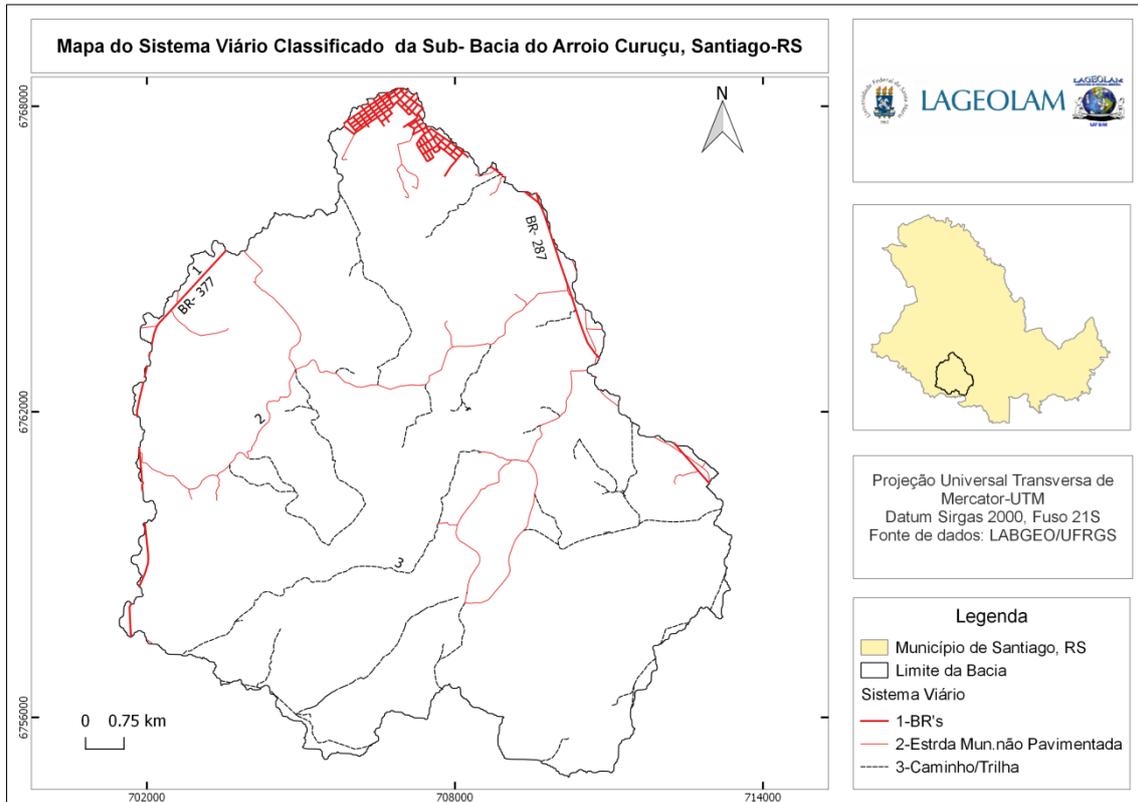
Número de Segmentos Hidrográficos		
Ordens	Quantidade	%
1ª	111	56,63
2ª	41	20,92
3ª	26	13,27
4ª	12	6,12
5ª	6	3,06
Total	196	100

As características morfométricas da bacia do Arroio Curuçu, apresentam um comprimento total de canais de 128,08 km, tendo uma densidade de drenagem de 1,26 (km/km²) que, segundo Beltrame (1991), apresenta-se com mediana, numa escala que varia entre 0,50 e 3,50 (km/km²). O conhecimento desse índice permite inferir o grau de desenvolvimento da rede de drenagem e sua eficiência, quanto ao volume e velocidade de infiltração/escoamento da água captada e não infiltrada no solo. (CUNHA, 2011) cita que as estradas rurais não pavimentadas (Classes 2 e 3 do estudo) atuam de maneira significativa no transporte de sedimentos para a rede de drenagem, colocando em suscetibilidade as mesmas, já que seus sedimentos contribuem para o assoreamento dos canais de drenagem.

Silva et al. (2017) mapeou e caracterizou o sistema viário do município de Santiago, RS e constatou que mais de 80% do mesmo são de classe 3, demonstrando existir uma baixa qualidade do modal rodoviário. Na bacia do Arroio Curuçu observou-se haver uma forte semelhança, pois dos 131,29 km de vias mapeadas 99,24 km, ou 75,61% não são pavimentadas (Figura 4). Tais indicadores comprovam a falta de manutenção regular das estradas, pelas quais os moradores da zona rural trafegam diariamente, sendo essas muitas vezes a única forma

de locomoção entre as cidades e lugarejos por a produção local é escoada até os mercados consumidores. Ferreira (2014) diz que o movimento é um dos fatores chaves que mais contribuem para a organização socioeconômica de qualquer lugar na superfície terrestre. Sendo que o modelo linear mostra-se eficiente para a representação do movimento em uma rede geográfica, já que as mesmas compõe a paisagem de uma dada região. No entanto, o mesmo representa grandes desafios para os gestores públicos municipais, uma vez que sua distribuição espacial dificulta sua manutenção periódica.

Figura 4: Sistema viário classificado da bacia do Arroio Curuçu, Santiago, RS.



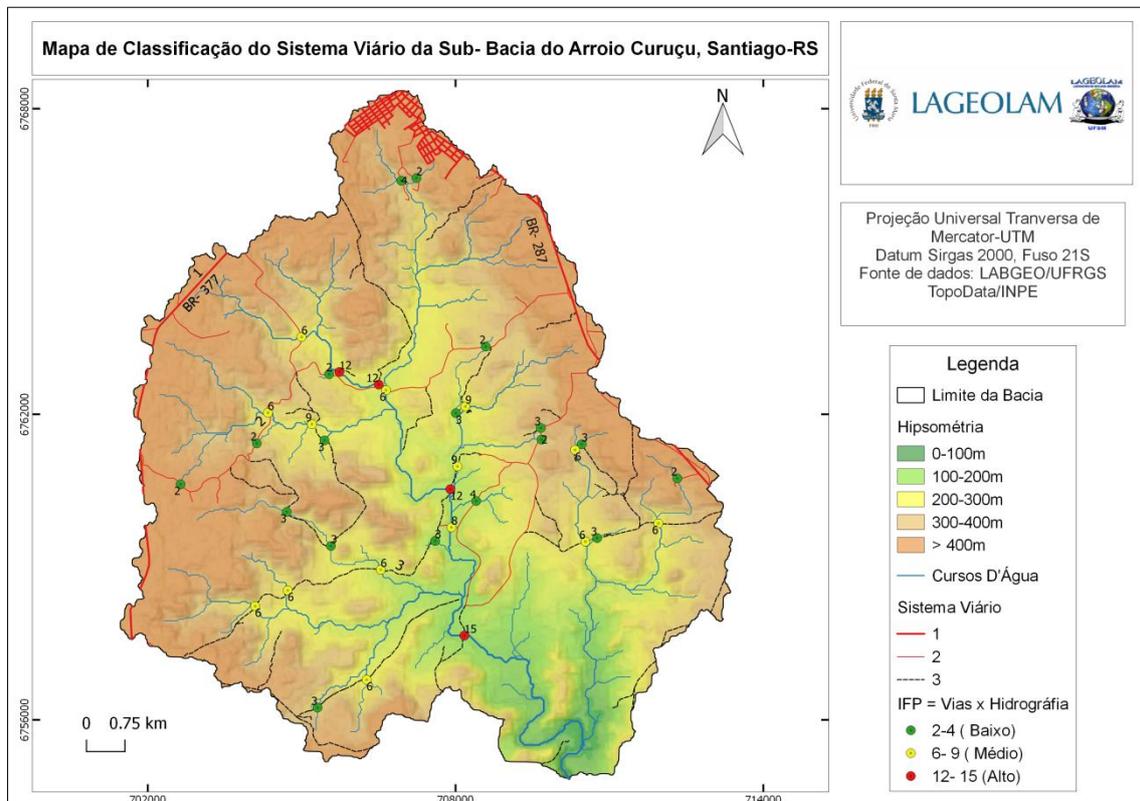
Diante do exposto acima, observamos que, quanto pior a condição da estrada e maior a ordem fluvial, potencialmente, maior são as chances de ocorrer o rompimento ou obstrução nos cruzamentos entre a rede de drenagem e o sistema viário, afetando de maneira significativa os habitantes das áreas rurais na sub-bacia do presente estudo. Corrobora ao raciocínio, a citação de Miola (2013), ao afirmar que os trechos viários podem ser obstruídos por enchentes que atingem as estradas de forma diferenciada, conforme sua topografia, seu tipo de pavimento e seu escoamento lateral. Já os cruzamentos entre o sistema viário e a hidrografia (pontes, galerias, bueiros, etc.), como mostra a Figura 5, caracterizam-se por maior suscetibilidade à obstrução, quanto maior for o fluxo acumulado na rede hidrográfica a montante das seções transversais do arroio com a estrada.

Como foi citado anteriormente o IFP (Figura 6) categoriza a fraqueza do sistema viário e tem por objetivo espacializar os locais (pontuais) de risco de uma enchente produzir situações de falta de mobilidade às comunidades da sub-bacia.

Figura 5: Exemplo de situação de um cruzamento do Arroio Curuçu, com uma via rural na sub-bacia.



Figura 5: Índice de Fragilidade Pontual na sub-bacia do Arroio Curuçu, Santiago-RS.



CONCLUSÕES

Estudar a distribuição espacial de características da hidrografia e do sistema viário em uma sub-bacia hidrográfica requer conhecimentos especializados em Geotecnologias. O uso de softwares de sistemas de informações geográficas possibilita a organização de variáveis espaciais aplicadas em álgebra de mapas. A possibilidade de uso de softwares livres nessas rotinas mostra um avanço no desenvolvimento de informações estratégicas para a tomada de decisão, especialmente em se tratando da gestão e do ordenamento no uso e ocupação de áreas rurais. Dentro desse contexto, o propósito desse estudo foi avaliar um indicador de fragilidade do sistema viário, o IFP. Pode-se concluir que esse indicador tem um método de obtenção de baixa complexidade, dependendo apenas da obtenção de bases cartográficas fidedignas à análise espacial em questão.

Também, conclui-se que ao proceder a uma multiplicação vetorial entre as feições espaciais hidrografia e sistema viário, reproduz-se uma analogia matemática-computacional perfeitamente condizente à realidade observada na natureza. Os pontos resultantes desse cruzamento têm em si atributos espaciais que possibilitam inferir sobre as fragilidades que podem influenciar a mobilidade das pessoas que dependem das estruturas, principalmente as viárias. Diante disso, determinar um indicador numérico para esses cruzamentos possibilita analisar e planejar adequadamente como manter tais estruturas em condições de suportar eventos extremos de precipitação pluviométrica, que levam às cheias e suas drásticas consequências. Com base nos resultados apresentados, pode concluir que a sub-bacia do Arroio Curuçu tem um grau de fragilidade pontual no seu sistema viário predominantemente entre baixo e médio, visto que o maior número de cruzamentos encontra-se nessas duas classes de IFP.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Topologia hídrica: método de construção e modelagem da base hidrográfica para suporte à gestão de recursos hídricos**. Agência Nacional de Águas, Superintendência de Gestão da Informação. Brasília: ANA, SGI, v. 1.11, 2006.
- BRASIL. PORTARIA NORMATIVA Nº 513/EMD/MD, DE 26 DE MARÇO DE 2008, (3 Edição/2008). Aprova o Manual de Abreviaturas, Siglas, Símbolos e Convenções Cartográficas das Forças Armadas. **BOLETIM DO EXÉRCITO**, Brasília, Nº 14/2008, ATOS ADMINISTRATIVOS, p. 7.
- BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994. 112 p.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. São Paulo, UNESP, 2ª ed., 179 p., 1980.
- CYSNE, A. L. N.; SANTOS, J. H. S.; PEREIRA, E. D. **A bacia hidrográfica como unidade de planejamento socioambiental: caracterização geomorfológica e hidrográfica da sub-bacia do Rio Maracanã, São Luís-MA**. Anais. XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, Porto Alegre, 2010.
- CUNHA, M.C. **Avaliação da eficácia das caixas de contenção de sedimentos em estradas rurais não pavimentadas na bacia do rio das pedras, Guarapuava-PR**. 2011. 115f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós- Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Centro-Oeste.
- ESRI. **ESRI Developer Documentation: What is ArcGIS Desktop?** ESRI. S/d. Disponível em: <http://edndoc.esri.com/arcobjects/9.2/cpp_vb6_vba_vcphp_doc/shared/desktop/get_started/what_is_dtop.htm>. Acesso em: 15 de março de 2018.
- FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90 p.
- FERREIRA, M. C.; **Iniciação à análise geoespacial: Teoria, técnicas e exemplos para geoprocessamento**. 1 ed. São Paulo, Editora UNESP, 2014, 343 p., il.

HASENACK, H.; WEBER, E.(org) **Base cartográfica vetorial continua do Rio Grande do Sul- escala 1:5000**. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2010. Disponível em:<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/index.php?option=com_content&view=article&id=123:base50krs&catid=14:download-non-visible> Acesso em: 20 de março de 2018.

MAGALHÃES JR., A. P. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 2007.

MIOLA, A.C.; Planejamento para comunidades rurais em situações de enchentes. Tese de Doutorado. PPGEA/UFSM. Santa Maria. 2013. 216p. il.

_____ Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul, São José dos Campos, SP INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-10550-RPQ/756). 72p. 2004.

QGIS. **Documentation QGIS 2.8: SAGA GIS algorithm provider**. QGIS. S/d. Disponível em:<http://docs.qgis.org/2.8/en/docs/user_manual/processing_algs/saga/index.html?highlight=saga> Acesso em: 9 de março de 2018..

SILVEIRA, Thyago DE A.; CARNEIRO, Andrea F. Tenório; PORTUGAL, José L. **Estruturação de bases cartográficas para sistemas de informação geográfica (SIG)**. II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife: 8-11 de setembro de 2008 p. 000-000.

SILVA, Ricardo; MIOLA, Alessandro; PINTO, Gustavo. **Impedâncias logísticas e geomorfométricas em arranjos locais de produção e consumo de frutas e hortaliças na região central do Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Iniciação Científica, Itapetininga, v. 4, n. 5, p. 1-7, out. 2017. Disponível em: <<http://itp.ifsp.edu.br/ojs/index.php/IC/article/view/981>>. Acesso em: 09 abr. 2018.

SOBRINHO, Teodorico A. et. al. **Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM**. Jaboticabal: v.30, n.1, p. 46-57, jan./fev., 2010.

TEODORO, V. L. I *et. al.* **O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométricas para o entendimento da dinâmica ambiental local**. Revista UNIARA, n.20, 2007, p.136-155.