

Caracterização da fragilidade potencial na bacia hidrográfica do Rio Santana no município de Paranaíba/MS

Denivaldo Ferreira de Souza¹
Adriana Fantinati Conceição¹
Pedro Enrico Salamim Fonseca Spanghero¹
Lindon Fonseca Matias¹

¹Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
Instituto de Geociências
Caixa Postal 6152 - 13083-970 - Campinas - SP, Brasil
deny1609@gmail.com
adriana.fantinati.c@gmail.com
geo.pedros@gmail.com
lindon@ige.unicamp.br

Abstract: Potential fragility interpolated with emergent fragility is one of the methodological processes to obtain environmental vulnerability. In this work, the analysis of potential fragility is characterized as the natural fragility from the interrelation of the physical elements: pedology, percentage slope and annual rainfall. The chosen area is the River Santana Hydrographic Basin - RSHB, one of the main tributaries of the Paranaíba River. RSHB is located totally in the city of Paranaíba / MS, being responsible for 100% of the water supply of the city, having the collection and treatment station in its low course and for years it has undergone an evolutionary process of degradation practically throughout its course. The pedological map was made through the compilation of an existing theme provided by EMBRAPA, the slope mapping was generated from the SRTM radar images. Finally, the rainfall calculation used the average annual rainfall factor collected in 5 stations and spatialized by means of the Inverse Distance Weighting (IDW) Interpolation procedure presented by Shepard (1968). The potential fragility according to Ross (1994) is represented by classes: very weak (1), weak (2), medium (3), strong (4) and very strong (5), the map was created through the interpolation of all data in the ArcGis 10.1 software. The analysis showed that most of them were classified with potential of medium fragility, and in their high course they were observed indices of strong and very strong fragility, showing the importance of the sustainable management in the nascent area of the basin.

Palavras-chave: water resources, interpolation, sustainable management, recursos hídricos, interpolação, manejo sustentável.

1. Introdução

No planejamento e gestão dos recursos hídricos um instrumento importante deve ser considerado visando a sua proteção e conservação para dar suporte ao nosso modo de vida. A Lei nº 9.433/97 – Lei das Águas Brasileiras – propõe a política nacional das águas e o seu gerenciamento descentralizado e integrado, com participação da comunidade, utilizando-se a bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento.

Em Rocha et. al. (2000) encontramos a bacia hidrográfica definida como um:

(...) sistema biofísico e socioeconômico, integrado e interdependente contemplando atividades agrícolas, industriais, comunicações, serviços, facilidades recreacionais, formações vegetais, nascentes, córregos e riachos, lagoas e represas, enfim, todos os habitats e unidades da paisagem. Seus limites são estabelecidos topograficamente pela linha que une os pontos de maior altitude e que definem os divisores de área entre uma bacia e outra adjacente (ROCHA et al, 2000, p. 02).

O conceito de fragilidade pode ser definido, de acordo com Ross (1994), como a vulnerabilidade do ambiente em sofrer qualquer tipo de impacto e está relacionada com fatores de desequilíbrio de ordem natural e antropogênica. Através deste conceito é possível

avaliar o ambiente de forma integrada e analisar cada componente do sistema. Ross (1994) salienta ainda que o ambiente é analisado de acordo com a Teoria dos Sistemas e que se fundamenta nas trocas de energia e matéria processando um equilíbrio dinâmico.

Uma das técnicas da fragilidade/vulnerabilidade ambiental é o resultado da análise espacial de dois tipos de mapas, a fragilidade emergente e a fragilidade potencial. O mapa de fragilidade potencial baseia-se nos temas físicos como solos, clima e geomorfologia. O mapa de fragilidade emergente é realizado a partir da sobreposição de dois mapas, a fragilidade potencial e o uso e ocupação do solo. Esse artigo trabalhou a construção do mapa de fragilidade potencial em uma determinada bacia utilizando os parâmetros físicos do solo, da pluviosidade e da declividade.

2. Área de Estudo

O estado de Mato Grosso do Sul detém uma reserva significativa de água doce superficial e subterrânea, também contém ambientes como a planície do pantanal ao oeste, a serra da Bodoquena e seu relevo cárstico no centro-oeste, a bacia sedimentar do rio Paraná e as lagoas pozolânicas ao leste, entre outros. Toda essa reserva aumenta ainda mais a sua responsabilidade na proteção e gerenciamento dos recursos hídricos para garantir o desenvolvimento sustentável dos mananciais no Estado.

A área de estudo corresponde a Bacia Hidrográfica do Rio Santana – BHRS localizada na região nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul no município de Paranaíba (Figura 1). O rio Santana é um afluente de margem direita do rio Paranaíba, com 158,13 km de extensão da sua nascente até a sua foz em seu canal principal. A área da bacia é de 2.661,5 km² e o seu limite envolve os divisores fronteira dos municípios de Paranaíba/Inocência e Paranaíba/Cassilândia em seu alto curso e Paranaíba/Aparecida do Taboado e Paranaíba/Estado de Minas Gerais no baixo curso.

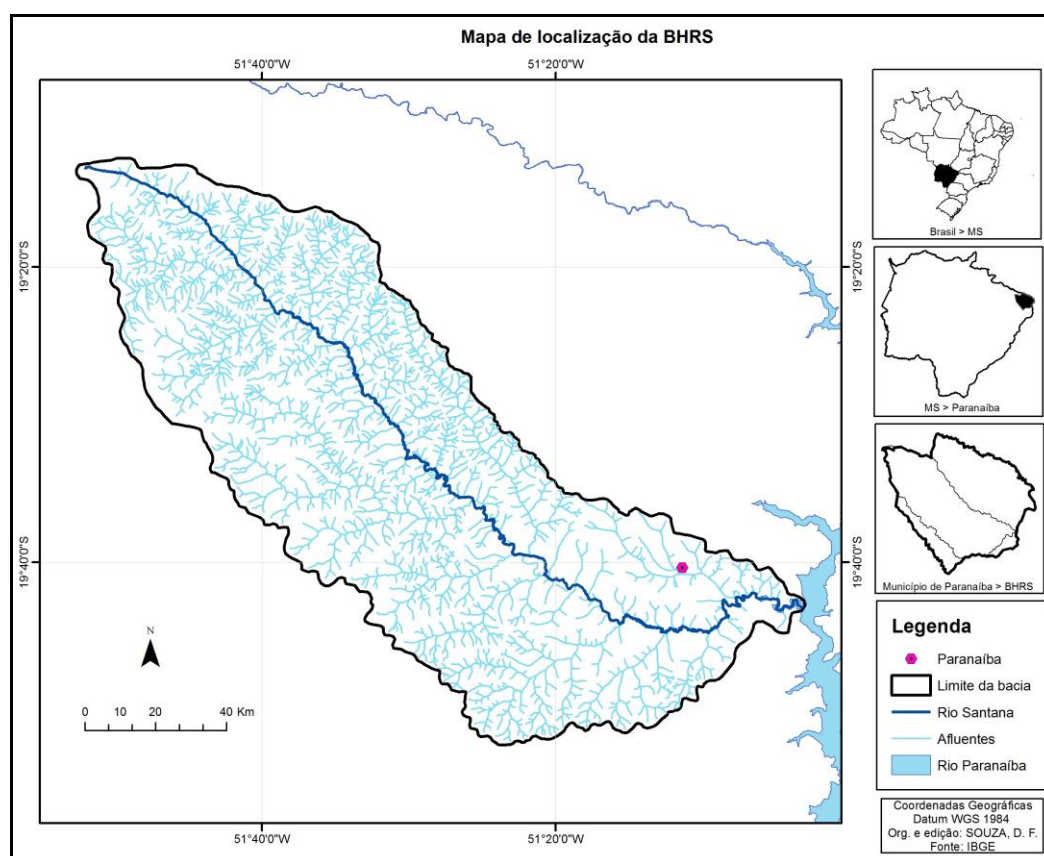


Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Santana, Paranaíba/MS.

Historicamente a bacia foi destinada ao cultivo de pastagem para suprir a principal economia da região, a pecuária. O solo de baixa fertilidade não ajudou no plantio de algumas culturas presentes na região, como soja e cana-de-açúcar, recentemente, o cultivo do eucalipto e da seringueira vêm crescendo no município. A degradação ocasionada pela cultura pecuarista gerou danos ambientais visíveis (Figura 2), a ausência de mata ciliar em alguns trechos, assoreamento, sedimentação, ravinas e voçorocas são exemplos notáveis na BHRS. A partir da década de 1980 as águas desta bacia são coletadas e tratadas em seu baixo curso para o abastecimento de toda a população urbana de Paranaíba.



Figura 2: (A) Presença de voçoroca encontrada no alto curso. (B) Sedimentação e ausência de mata ciliar a margem esquerda no médio curso.

Fonte: SOUZA, D. F. (10/10/2015).

2. Objetivos

O objetivo, de uma maneira geral, pretendeu avaliar a fragilidade potencial usando os temas físicos do solo, pluviosidade e declividade na BHRS no município de Paranaíba/MS.

Os objetivos específicos correlacionam em:

- ✓ Elaborar mapa temático do solo;
- ✓ Elaborar mapa temático da distribuição da pluviosidade;
- ✓ Elaborar mapa temático da declividade;
- ✓ Por fim, pela álgebra de mapas, gerar mapa temático da fragilidade potencial.

3. Metodologia

Todo processo de pesquisa parte de uma base teórica. Portanto, torna-se fundamental definir e construir um modelo teórico, porque é em função dele que são enunciadas as hipóteses e pressupostos de trabalho a se confirmarem (CIRIBELLI, 2000).

A metodologia pensada para desenvolver a pesquisa inicialmente definiu uma área, a BHRS. Subsequente, determinou-se o que seria feito para mapear a fragilidade potencial da bacia. Assim, tendo base nas metodologias de Ross (1994) e Crepani (2001), somou-se ao recurso de disponibilidade dos mapas bases de pedologia, de declividade, e de clima, com os recursos de software para realização do trabalho.

3.1. Pedologia

O mapa pedológico foi realizado através da compilação de um tema já existente fornecido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, o qual apresenta detalhes e características dos solos no estado de Mato Grosso do Sul classificado pelo seu código de acordo com o atlas de solo do IBGE. Esses dados de solos possuem escala de 1:250.000, elaborados conforme levantamento pedológico realizados pela Embrapa Pantanal em 2001. Essa base em formato de arquivo *shapefile* (.shp) foi inserida e delimitada no software ArcGis 10.1. Os pesos de fragilidade ambiental foram adaptados de Ross (1994) que especifica 5 classes e classifica os tipos de solos para cada classe.

3.2. Declividade

O mapeamento de declividade da BHRS foi gerado a partir das imagens de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) obtidas por meio do banco de dados do site Earth Explorer. Em seguida, processadas em ambiente de geoprocessamento, para obtenção das classes de declive, no caso adotou-se representação das classes em porcentagem. Para análise da declividade do relevo da bacia utilizou-se a metodologia de Ross (1994) que classifica em 5 classes: Menor que 6%; 6 a 12%; 12 a 20%; 20 a 30%; Maior que 30%.

3.3. Precipitação

Para o cálculo da precipitação utilizou-se o fator chuva média anual encontrada no sistema *hidroweb* da Agência Nacional das Águas - ANA em 5 estações presentes na área e arredores. Como algumas dessas estações não estão mais em atividades, levou-se em questão um período igual de dados para todas as estações. O período escolhido para gerar a média anual foi entre 1988 a 1996. Os valores de classificação atribuídos de 1 a 5 para cada faixa de precipitação média anual estão de acordo com o proposto por Crepani et. al. (2001).

A espacialização dos dados de chuva para toda a BHRS foi realizada através do procedimento de Interpolação pela Ponderação do Inverso da Distância (IDW) apresentado por Shepard (1968), interpolando os dados em função do valor de classe atribuído para a precipitação média anual de cada uma das 5 estações.

3.4. Fragilidade Potencial

A elaboração da fragilidade ambiental utilizou-se de produtos obtidos nas etapas anteriores agrupados e sobrepostos para a obtenção do mapa de fragilidade potencial da BHRS seguindo a metodologia de Ross (1994) que sistematizou uma hierarquia nominal de fragilidade, representada por classes: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5) de acordo com o grau de fragilidade.

Em seguida, foram utilizados e interpolados os dados de pedologia, declividade e distribuição pluviométrica anual para a obtenção do mapa de fragilidade ambiental, por meio de procedimento de geoprocessamento adotando-se álgebra de mapas no software ArcGis 10.1, atribuindo-se o mesmo peso aos dados na elaboração da carta, com isso cada variável ficou com 1/3 de peso sobre a carta de fragilidade.

4. Resultados

No mapeamento das classes de solos existentes na BHRS observou-se a ocorrência de 13 classes (Figura 3 e Tabela 1), sendo elas: Areias Quartzosas distróficas (Lt), Areias Quartzosas distróficas (Pd), Latossolo Vermelho-Escuro álico, Latossolo Vermelho-Escuro álico e distrófico, Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, Latossolo Vermelho-Escuro e Roxo distrófico, Latossolo Roxo distrófico e eutrófico, Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico, Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico arenosa, Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico terra roxa, Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico argilosa, Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico, Solos Litólicos distróficos.

A BHRS está inserida em um relevo plano ondulado, conseqüentemente sua área de declividade percentual predominante encontrada foi inferior a 6% (Figura 3). Para Ross (1994) declividades superiores a 6% já possuem limitações para uso rural. Na classe de 6 a 12% recomendam ações de controle erosivos ou melhoria na fertilidade do solo. Ainda, recomendam não permitir o uso agrícola em áreas com declividade acima de 12%, devendo somente fazer a manutenção da vegetação original.

A distribuição das chuvas na bacia variou entre 1.401mm a 1.528mm anual. A amplitude ficou em 127mm, valor significativo para a produção em área rural. O alto curso e o baixo curso, aonde está localizado o perímetro urbano, foram os locais que concentraram o maior

índice pluviométrico. O médio curso apresentou os menores índices (Figura 3).

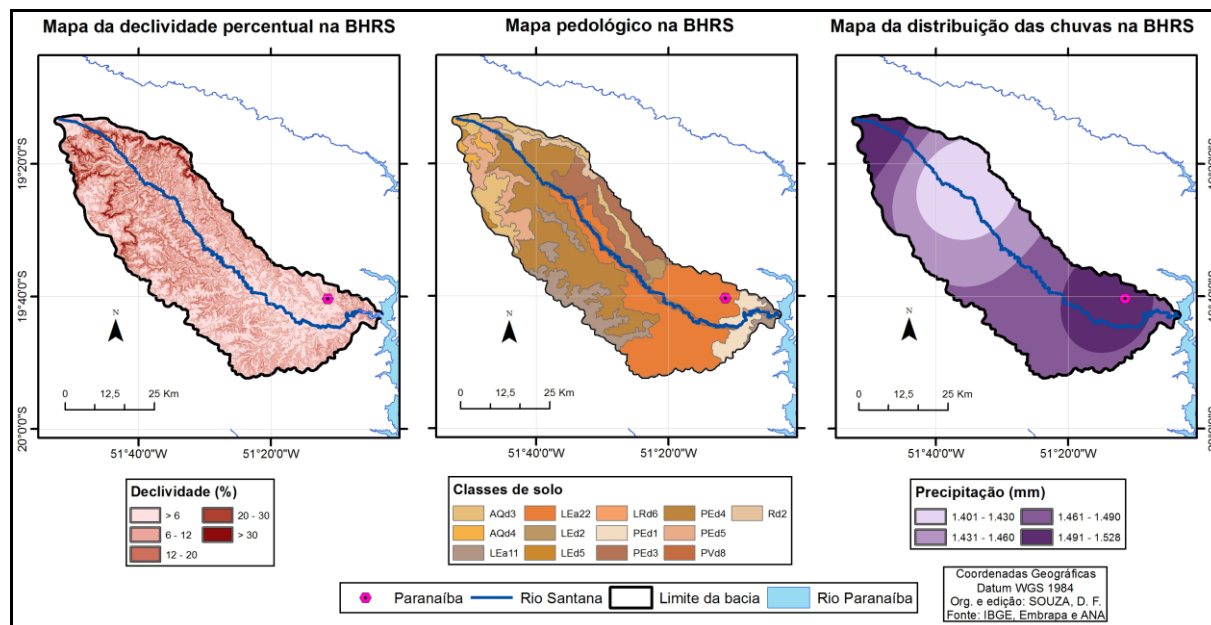


Figura 3: Mapas de declividade percentual, pedológico e distribuição das chuvas na Bacia Hidrográfica do Rio Santana em Paranaíba/MS.

Tabela 1: Caracterização e área dos solos na Bacia Hidrográfica do Rio Santana em Paranaíba/MS

Legenda	Tipos de solo	Área (km ²)	Fragilidade Potencial	Peso
AQd3	Areias Quartzosas distróficas (Lt)	98,33	Muito Forte	5
AQd4	Areias Quartzosas distróficas (Pd)	49,16	Muito Forte	5
LEa11	Latossolo Vermelho-Escuro álico	249,08	Muito baixa	1
LEa22	Latossolo Vermelho-Escuro álico e distrófico	747,12	Muito baixa	1
LEd2	Latossolo Vermelho-Escuro distrófico	36,1	Muito baixa	1
LEd5	Latossolo Vermelho-Escuro e Roxo distrófico	16,27	Muito baixa	1
LRd6	Latossolo Roxo distrófico e eutrófico	16,25	Muito baixa	1
PEd1	Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico	119,14	Média	3
PEd3	Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico arenosa	261,09	Média	3
PEd4	Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico terra roxa	711,9	Média	3
PEd5	Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico argilosa	198,5	Forte	4
PVd8	Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico	96,59	Forte	4
Rd2	Solos Litólicos distróficos	61,97	Muito Forte	5

Fonte: Embrapa solos (2006).

O latossolo vermelho-escuro álico e distrófico é o solo mais presente na área da BHRB. Sua área corresponde a 747,12km², com uma fragilidade potencial muito baixa seu peso é 1. Em seguida, o podzólico vermelho-amarelo eutrófico terra roxa possui área similar ao anterior, 711,9km², sua fragilidade potencial é média sendo peso 3. A presença de fragilidade potencial forte é encontrada em três tipos de solos: Areias quartzosas distróficas (Lt), Areias quartzosas distróficas (Pd) e Solos litólicos distróficos. A área somada desses solos é de 209,46 km², equivale a 7,8% da BHRB.

A classe de fragilidade potencial muito fraca e fraca, somadas (579,34km² + 599,09km²) possuem uma área de 1.178,43km², predominaram no baixo e no baixo-médio curso da bacia. A fragilidade potencial média é a classe predominante somando uma área de 862,33km² da área total da bacia. As classes forte e muito forte somam uma área de 620,74km². A fragilidade na classe forte está relacionada com a declividade elevada e, aliado ao fato de grande parte da bacia ser comporta por podzólico vermelho-amarelo eutrófico, o qual apresenta fragilidade forte ou muito forte (Figura 4 e Tabela 2).

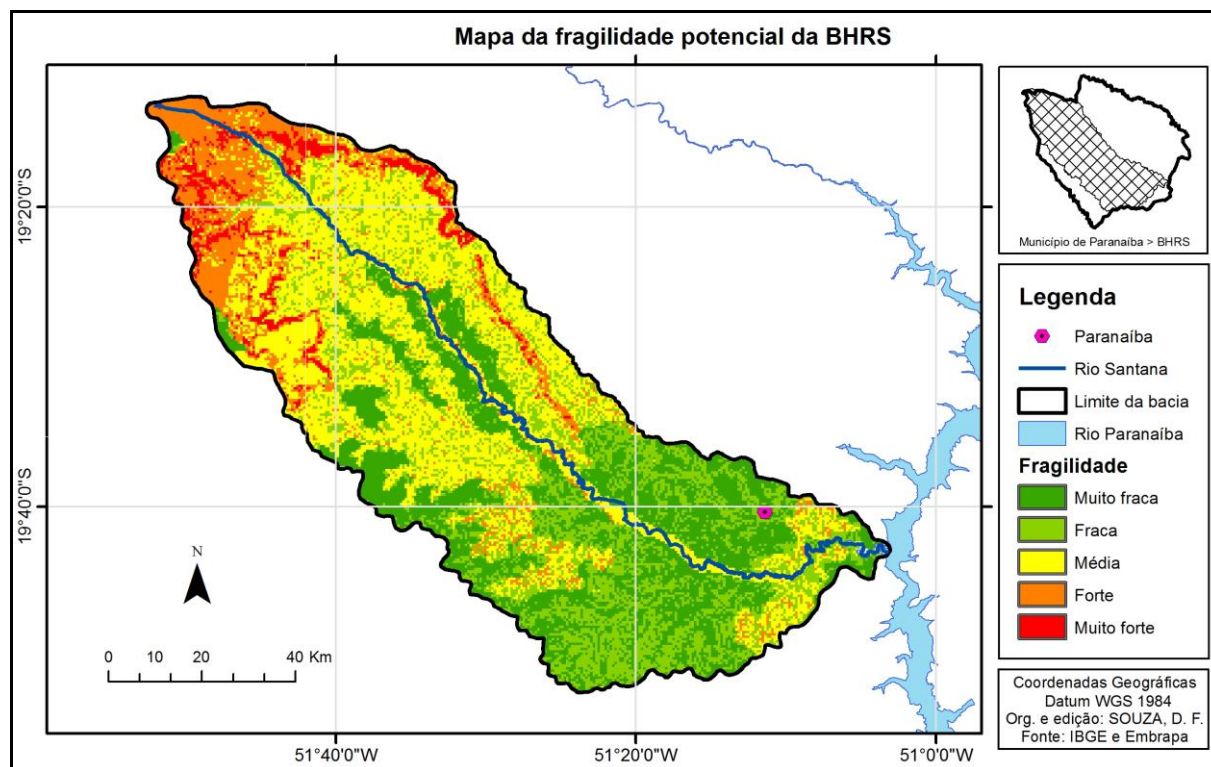


Figura 4: Mapa de Fragilidade potencial na Bacia Hidrográfica do Rio Santana, Paranaíba/MS.

Tabela 2: Classes de fragilidade potencial e a área na Bacia Hidrográfica do Rio Santana

Classe de Fragilidade Potencial	Área (km ²)
Muito Fraca	579,34
Fraca	599,09
Média	862,33
Forte	331,93
Muito Forte	288,81

5. Conclusão

A análise técnica empregada propiciou uma pesquisa integrada dos elementos da bacia juntamente com as propostas metodológicas de Ross (1994) e Crepani et. al. (2001) apresentando resultados coerentes com o local.

Findando a pesquisa, conclui-se que na BHRS os solos predominantes são latossolos vermelho no médio e baixo curso, e os podzólicos vermelho no médio e alto. A bacia se mostrou com relevo plano levemente ondulado com declividade predominante sendo de 0 a

12%. Em relação a distribuição pluviométrica, nota-se uma variação entre 1.401 e 1.528mm de chuva, valores aceitáveis para o clima tropical úmido da região.

Assimilando a essas características, a BHRS ficou caracterizada como detentora de fragilidade potencial fraca em seu baixo curso e em partes do médio. O médio curso alterou entre fragilidade fraca e média. O alto curso recebeu destaque, pois predominou uma fragilidade média e forte, e em alguns pontos muito forte. Isso ressalta a importância da conservação das nascentes e seu entorno.

Referências

- CIRIBELLI, M. C. **Projeto de Pesquisa: Um Instrumental da Pesquisa Científica**. Rio de Janeiro/RJ: 7Letras, 2000. 138p.
- CREPRANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; FILHO, P.H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico – econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos, INPE, 2001. 124p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 286p.
- ESRI 2011. **ArcGIS Desktop: Release 10**. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- ROCHA, O; PIRES, J. S. R.; SANTOS, J.E. dos. **A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento**. In: ESPÍNDOLA, E. L. G.; SILVA, J. dos S. V. da.; MARINELLI, C. E.; ABDON, M. de M. (Org.). *A bacia hidrográfica do rio Monjolinho: Uma abordagem Ecosistêmica e a visão interdisciplinar*. São Paulo: RIMA, p.1-16, 2000.
- ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 1, n. 8, p.63-74, 1994.
- SHEPARD, D. **A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced**. Proceedings of the 1968 ACM National Conference, p.517-524, 1968.