

Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Arroio Micaela, Pelotas-RS

¹ Henrique Noguez da Cunha

¹ Adriano Luis Heck Simon

² José Maria Filippini Alba

² Adalberto Koiti Miura

¹ Universidade Federal de Pelotas – UFPel/DGEO

henriquencunha@gmail.com

adrianosimon@yahoo.com.br

² Embrapa Clima Temperado

BR 392, Km 78 – Caixa Postal 403 – 96010-971 – Pelotas – RS

jose.filippini@embrapa.br

adalberto.miura@embrapa.br

Resumo

Este estudo aborda a caracterização da Bacia do Arroio Micaela localizada no município de Pelotas–RS com o objetivo de entender como se comportam os componentes fluviais atuantes na evolução das paisagens, apresentando como estudo de caso, os parâmetros morfométricos que caracterizam o relevo, a rede de drenagem e as características geométricas das formas do relevo. Para este estudo utiliza-se técnicas de geoprocessamento sobre planos de informações vetoriais oriundos de cartas topográficas do exército na escala 1:50.000 e modelo digital de elevação em formato de grade regular retangular. Os resultados obtidos de declividade média = 3%, declividade média ponderada = 14,23% e declividade máxima de 75%, assim como cota de maior área, foram significantes para classificar a forma de relevo como ondulado e caracterizá-la como de enchimento rápido nas cabeceiras, explicando as cheias repentinas e eventualmente drásticas que o rio apresenta. Também foram determinadas as orientações do canal fluvial principal e da bacia hidrográfica tendo como base o azimute cartográfico. Com esses dados é possível fazer uma análise geral para a bacia, tornando possível o manejo de seus recursos naturais. Para este estudo os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) mostram-se uma ferramenta eficiente no que diz respeito à obtenção das características físicas da bacia, de uma forma simples e automatizada.

Palavras chave: Geoprocessamento, recursos naturais, parâmetros morfométricos.

Abstract

The characterization of the basin of Micaela stream in the municipality of Pelotas - Rio Grande do Sul State, Brazil - was approached in this study, for understanding the behavior of the fluvial components and its relation to the evolution of the landscaped. The morphometric parameters of the relief, the network drainage and the geometry of the landform were introduced as case study. Information levels derived from topographic maps at 1:50,000 scale and the digital elevation model in regular grid format were used in Geographic Information System (GIS) environment. The slope was classified according to three classes: low slope (<3%), medium slope (3 – 14%) and high slope (14 - 75%). The area was characterized by wavy relief with rapid filling of the head of the streams. Main guidelines of the river channel and watershed, based on the cartographic azimuth, were determined too. Data analysis allowed a general vision for managing the natural resources of the basin and GIS is an efficient tool for the evaluation of the physical characteristics of the basin through visualisation or automatic method.

Keywords: geoprocessing, natural resources, morphometric parameters.

1. Introdução

Os processos naturais relacionados ao meio físico não reconhecem fronteiras territoriais, sejam elas municipais, estaduais ou nacionais, nem espaços públicos ou privados, nem mesmo a diferença no contexto rural e urbano. Contudo, podem ser delimitados por domínios de paisagem relativamente homogêneos conhecidas como bacias, sub-bacias e microbacias hidrográficas (Lima e Zakia, 1996). Trata-se de áreas de captação natural das águas fluviais e pluviais que são drenadas superficialmente e subsuperficialmente para o curso de água principal e seus afluentes até a foz, ponto de encontro dos diversos fluxos, denominado exutório. Esta compartimentação geográfica é imposta pelo relevo, isto é, pelas formas das estruturas da superfície terrestre, sendo evidenciada pelos divisores de água (Tucci, 2002).

A análise morfométrica é um instrumento básico nos estudos de bacias hidrográficas que visa a compreensão dos processos naturais atuantes, sendo de relevância para estudos geomorfológicos. O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica (BH), que funciona de maneira semelhante para sub-bacias e microbacias, com a correspondente diferenciação em função de escala, é resultante das características geomorfológicas, como, área, forma, geologia, pedologia, relevo entre outros (Lima, 1986). Estas propriedades são responsáveis pelos processos de escoamento, infiltração, velocidade e competência de transporte no ciclo hidrológico.

As bacias hidrográficas possuem grande importância para a análise das características de formas de relevo, principalmente quando se trata de estudos de evolução da paisagem terrestre. Porém, apenas o estudo qualitativo acerca da bacia torna-se insuficiente, deixando de evidenciar fatores que influenciam na modelagem do relevo. Sendo assim, um dos primeiros passos diz respeito à delimitação da área de drenagens e caracterização da morfometria fluvial para um determinado local, empregando métodos quantitativos, os quais revelam aspectos físicos, permitindo qualificar as alterações ocorridas (Alves e Castro, 2003). Este corresponde ao estudo das formas de relevo sob o ponto de vista areal, linear e hipsométrico (Tonello, 2005).

As formas de relevo são condicionantes topográficos de uma determinada área, disposta pela inclinação das vertentes e rugosidades do terreno, o que caracteriza a potencialidade de uso da terra e a aptidão do solo. A representação cartográfica de aspectos da geometria do relevo (mapa hipsométrico e clinográfico) permite avaliar as características hidrográficas, como o escoamento superficial e nível de infiltração de águas pluviais. Com isso, relevos movimentados e rochosos tendem a apresentar solos mais rasos e menos fragmentados do que relevos planos e contínuos, que apresentam solos profundos e intemperizados (Lepsch, 2002).

A declividade relaciona-se com a velocidade em que se dá o escoamento superficial e subsuperficial, determinando o tempo para concentração de águas pluviais nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias, sendo que as enchentes, infiltrações e susceptibilidade para erosão dos solos dependem da alta velocidade do escoamento sobre a área de captação da bacia (Villela e Mattos, 1975).

O objetivo deste trabalho é entender como se comportam os componentes fluviais e geomorfológicos atuantes na evolução das paisagens apresentando como

estudo de caso, os parâmetros morfométricos que caracterizam o relevo e a rede de drenagem da bacia hidrográfica do Arroio Micaela, conforme a delimitação de Cunha et al. (2012a), localizada na área rural do município de Pelotas - RS, limitada pelas coordenadas geográficas 52°32'37"W, 31°36'34"S e 52°28'43"W, 31°42'28"S (Fig.1). Este estudo pretende embasar um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) sobre as consequências do evento excepcional de chuva ocorrido em 2009 na mesma bacia hidrográfica (Schneider, 2009) e tornar possível o manejo de seus recursos naturais.

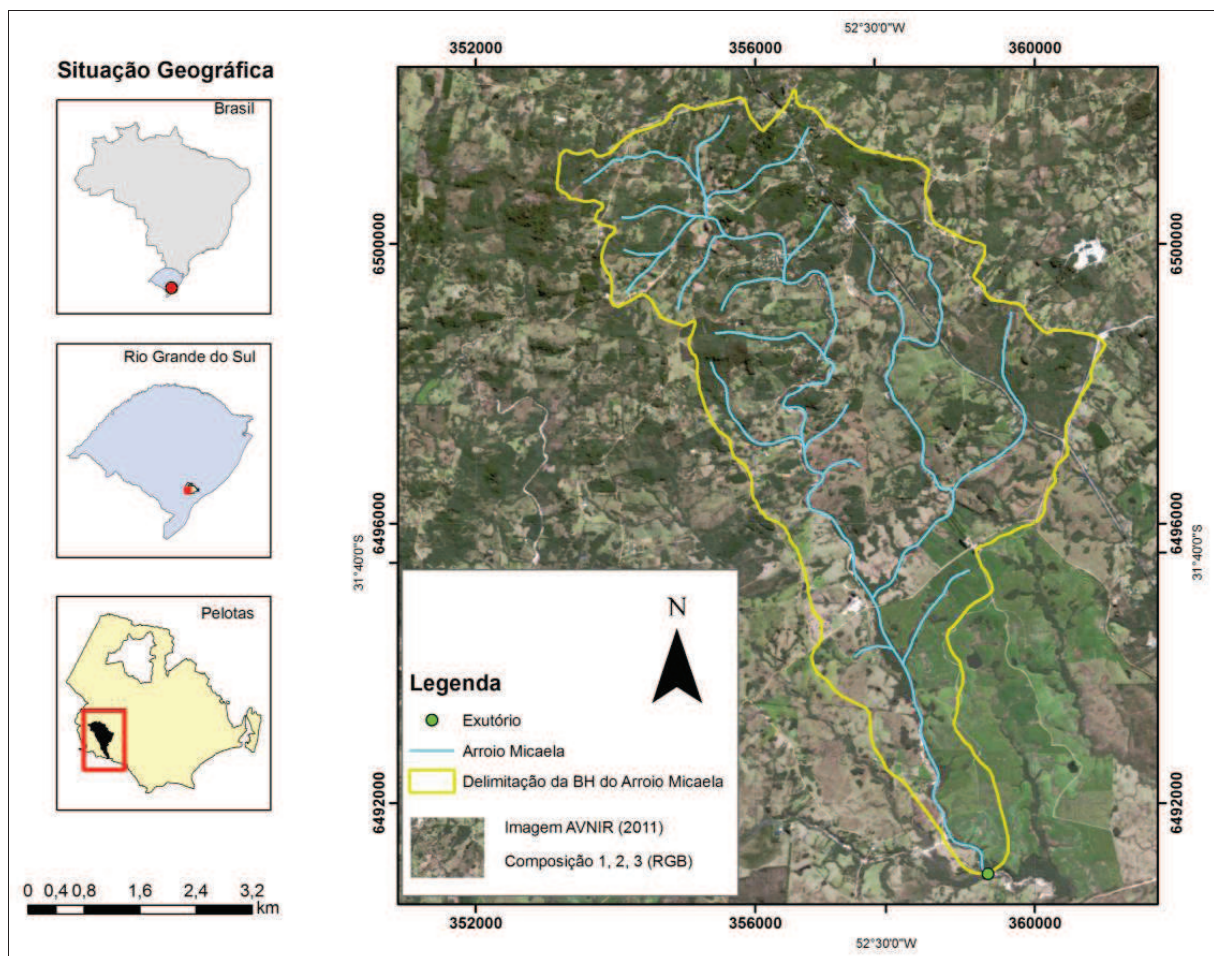


Figura 01. Situação Geográfica da BH do Arroio Micaela, Município de Pelotas-RS.

2. Metodologia

As curvas de nível e a hidrografia foram utilizadas em formato digital conforme as cartas topográficas da Primeira Divisão de Levantamento do Exército (Porto Alegre, RS) em escala 1:50.000 (Hasenack e Weber, 2010). O processamento digital incluiu arquivos vetoriais e raster, inseridos em ambiente SIG (Esri, 2008) e adotando o sistema de coordenadas geográficas no Datum *SIRGAS 2000*. Os cálculos e gráficos finais foram realizados em planilha eletrônica.

Outros mapas digitais temáticos abordados foram hipsometria; clinografia; orientação da bacia e do canal principal; formas de relevo; área por cota altimétrica, além de área; extensão do leito principal; coeficiente de compacidade; declividade do leito (álveo); o perímetro; o fator de forma; comprimento total dos cursos de água; densidade de drenagem; sinuosidade; desnível do rio principal; número de segmentos e índice de circularidade e hierarquia, conjunto já considerado previamente (Cunha et al., 2012a).

Para aprimorar a confecção do mapa hipsométrico, foram criadas curvas de nível em ambiente SIG (Esri, 2008) com a extensão *spatial analyst* a ferramenta *contour*, com intervalo altimétrico de 10m a fim de calcular a área de cada cota altimétrica, poder expressar a cota dominante da bacia e gerar o mapa hipsométrico. Concomitantemente utilizou-se o plano de informação modelo digital de elevação (MDE) em grade regular retangular (Cunha et al., 2012b) para a geração do mapa clinográfico com a ferramenta *slope* da extensão *spatial analyst*. As classes de declividades resultantes foram reclassificadas em seis intervalos, segundo Embrapa (1979) (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação do relevo de acordo com o intervalo de declividade.

Percentual de declividade	Relevo
0-3	Plano
3-8	Suave a ondulado
8-20	Ondulado
20-45	Forte Ondulado
45-75	Montanhoso
>75	Escarpado

Com a criação do mapa clinográfico e a reclassificação de seus intervalos foi possível revelar a declividade mínima, média e máxima da bacia, e relacionar com o plano de informação das cotas altimétricas, sendo quantificada a área de cada declividade em km² e seu percentual de ocupação.

A orientação cartográfica do talvegue principal foi obtida através do ângulo da direção da linha traçada da nascente ao exutório intersectado ao azimute cartográfico (rumo). O mesmo procedimento foi realizado com a BH, porém, foi intersectada ao rumo uma linha traçada entre os extremos (montante e jusante) da bacia.

Segundo Tonello (2005), as características morfométricas podem ser divididas em três tipos (Tabela 2).

Tabela 2. Divisões das características morfométricas segundo Tonello (2005).

Características geométricas	
	Área total
	Perímetro total
	Coeficiente de compacidade (Kc)
	Fator de forma (F)
	Índice de circularidade (IC)
	Padrão de drenagem

Características do relevo	Declividade média do curso de água principal
	Declividade mínima
	Declividade média
	Declividade máxima
	Altitude mínima
	Altitude média
	Altitude máxima
	Orientação
	Amplitude altimétrica do curso de água principal
Características da rede de drenagem	Comprimento do curso de água principal
	Sinuosidade
	Comprimento total dos cursos de água
	Hierarquia do curso principal
	Densidade de drenagem (Dd)
	Número total de seguimentos

As fórmulas para obtenção dos parâmetros morfométricos são encontradas em Antoneli e Thomaz (2007), Christofolletti (1969), Villela e Mattos (1975), Tonello (2005), Cardoso (2006) e Cunha et al. (2012a).

3. Resultados

O conjunto de dados utilizados da análise realizada por Cunha et al.(2012a) estão expressos na tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros morfométricos obtidos por Cunha (2012a) sobre a BH do Arroio Micaela.

Características	Valores
Área (km ²)	37,07
Perímetro (km)	35,63
Extensão do leito principal (km)	15,6
Comprimento total dos cursos de água (km)	46,16
Coeficiente de compacidade	1,738
Densidade de drenagem	1,245
Fator de forma	0,15
Sinuosidade	1,36
Declividade do leito (álveo)	14,10
Desnível do rio principal (m)	220
Hierarquia (ordem)	3
Número total de segmentos	34

A porção noroeste da bacia concentra a maior parte das terras, na qual se situam as principais nascentes, as maiores altitudes e declividades (Figura2).

Na tabela 4 destacam-se as características do relevo, o valor da moda, declividade mínima, média e máxima da BH assim como sua orientação e a orientação do Talvegue principal tendo como horizonte de referência o azimute cartográfico.

Tabela 4. Características do relevo bem como seus valores associados.

Características	
Declividade mínima	3%
Declividade média	13,23%
Declividade média ponderada	14,23%
Declividade máxima	75%
Moda	8%
Orientação da bacia	NO-SE 145° (azimute cartográfico)
Orientação do canal principal	NO-SE 150° (azimute cartográfico)
Cota altimétrica de maior área	40m (2,73km ²)

A BH comporta a cota altimétrica de 40m com a maior área, abrangendo aproximadamente 7,3% (2,73km²) da área total da bacia, situada na transição do Escudo Cristalino Sul-Rio-Grandense e a área de Planície Alúvio-coluvionar caracterizada em média por um relevo ondulado. Já a cota com menor área na bacia foi a de 340m, com aprox. 0,0013%(0,0005km²), localizada na nascente do curso de água principal, onde, apesar de ser a maior cota altimétrica da bacia, apresenta um relevo, em média, ondulado, característico das áreas de topo desta região.

O valor da média ponderada foi considerado mais adequado do que o valor encontrado na média simples, por equilibrar a tendência com a área e não ser influenciado pelo valor da moda.

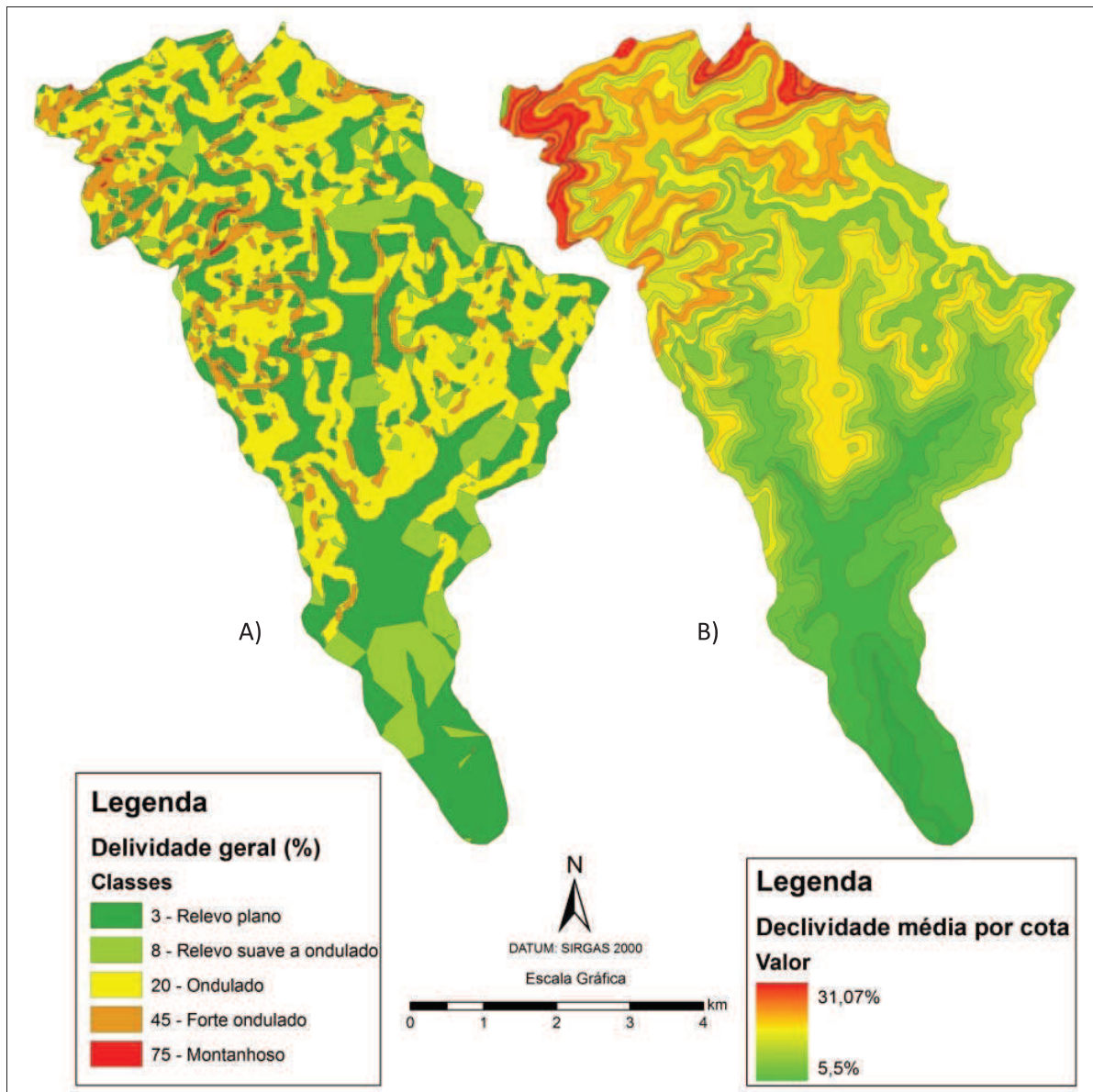


Figura 2. A) – Mapa de declividade da Bacia hidrográfica do Arroio Micaela. B) - Mapa de declividade média por cota altimétrica (10m).

A BH possui em predominância o relevo ondulado, ocupando aproximadamente 40% de seu território, tendo abrangência de aprox. 91,65% da forma de relevo entre ondulado e plano, enquanto apenas aprox. 8,35% da área da bacia contém relevo de forte ondulado a montanhoso (Tabela 5).

Tabela 5. Área das classes de declividade quantificada e seu percentual sobre a área total da bacia.

Classe de declividade média	km ²	%
0-03	12,87174	34,60163
03-08	6,353218	17,07862

08-20	14,86857	39,96945
20-45	3,013501	8,100847
45-75	0,092795	0,249449

4. Conclusão

A BH do Arroio Moreira revela-se em forma de leque, tendo sua declividade máxima classificada na quinta categoria, definindo um relevo montanhoso em sua nascente principal, e a amplitude altimétrica de 310m, o que a caracteriza como de enchimento rápido nas cabeceiras e explica as cheias repentinas e eventualmente drásticas que o rio apresenta.

A bacia é caracterizada por sua declividade média de terceira classe, apresentando um relevo ondulado, onde predomina a área de transição do Escudo Cristalino Sul-rio-grandense para a área de Planície Alúvio-columionar.

Com os dados obtidos é possível fazer uma análise geral da bacia hidrográfica, servindo de subsídio para o manejo de uso da terra, visando manutenção e reestruturação de matas ripícolas, o estudo de áreas agrícolas e, principalmente, o planejamento conservacionista do uso e manejo do solo.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) demonstram ser uma ferramenta eficiente no que diz respeito à obtenção das características físicas da bacia, de uma forma simples e automatizada. O método utilizado revela-se eficaz na caracterização da área de estudo, sendo aconselhável para estudos semelhantes.

Referências Bibliográficas

Alves, J.M.P; Castro, P.T.A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análises de padrões de lineamentos. **Rev. Brasileira de Geociências**, p. 117-1245, jun. 2003.

Antoneli, V; Thomaz, E.L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. **Rev. Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v.8, n.21, p46-58, jun. 2007.

Cardoso, C.A. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo-RJ. **Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

Cristofolletti, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Rev. Geomorfol**, Campinas, v.18, n.9, p.35-64, 1969.

Cunha, H.; Miura,A.K; Filippini Alba, J.M; Simon, A.L.H. Modelo digital de elevação para a bacia hidrográfica do Arroio Micaela, Pelotas-RS. Seminário Internacional de Educação e Pesquisa em Ecologia, 3, Pelotas/RS, 13-16 de Nov. 2012b. **Anais...** Pelotas: UCPEL, 2012. 1 CD-ROM.

Cunha, H.; Pranke, L.; Miura, A.K. Delimitação e caracterização morfométricafluvial da bacia de drenagem do Arroio Micaela, Pelotas/ RS. Congresso de Iniciação Científica, 21, Pelotas/RS, 20-23 de Nov. 2012a. **Anais...** Pelotas: UFPEL, 2012. 1 CD-ROM.

Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). In: **Reunião técnica de levantamento de solos**, 10., 1979, Rio de Janeiro. **Súmula...** Rio de Janeiro, 1979. 83 p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).

- Environmental Systems Research Institute (ESRI). **ArcGIS Desktop 9.3** Redlands (CA), 2008. 1 CD ROM.
- Hasenack, H.; Weber, E. (org.) **Base cartográfica vetorial continua do Rio Grande do Sul – escala 1:50.000**. Porto Alegre: UFRGS/Centro de Ecologia. 2010.1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento, 3).
- Lepsch, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos. 2002. p.147-177.
- Lima, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1986. 242p.
- Lima, W.P.; Zakia, M.J.B. Monitoramento de bacias hidrográficas em áreas florestadas. **Série Técnica IPEF**, v.10, n.29, p.11-21, 1996.
- Schneider, T. Cidade: Chuva torrencial provoca destruição, mortes e deixa Pelotas ilhada do restante do Estado. **Diário Popular**, v.120, p.,2009.
- Tonello, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**. 2005. 69p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- Tucci, C.E.M. (Org.) (2002) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora UFRGS: ABRH, 2002. 942 p. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4).
- Villela, S.M.; Mattos, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGRAW-Hill do Brasil, 1975. 245p.