

ANÁLISE DO RELEVO NO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITU, RS

Romário Trentin - UFSM¹

Luís Eduardo de Souza Robaina - UFSM²

RESUMO

O presente trabalho trata da elaboração de um mapeamento de unidades homogêneas de relevo, na montante da bacia hidrográfica do rio Itu, localizada nos municípios de Santiago, Unistalda e São Francisco de Assis, oeste do Rio Grande do Sul. Este documento cartográfico baseou-se em um conjunto de propriedades morfométricas da rede hidrográfica e do relevo. A análise dos atributos permitiu estabelecer sete unidades diferentes. Esta carta é uma ferramenta útil para a definição de políticas regionais de desenvolvimento e de utilização dos recursos naturais desta bacia.

Palavras- chave: Morfometria. Geomorfologia. Bacia Hidrográfica.

ABSTRACT

This paper is about the construction of the map of the units of relief in the amount of the basin of the of the Itu river at Cities of Santiago, Unistalda and São Francisco de Assis in the W the Rio Grande do Sul. To make this cartographic document, was necessary some catchments of morphometrical properties can be measures like as: river networks variables and measures involving relief. The assessment of these attributes has given rise to seven different units of relief. This chart to be an auxiliary tool for regional development projects and basin's resources management.

Key - words: Morphometry. Geomorphology. Basin hydrographic

INTRODUÇÃO

A análise morfométrica de bacias hidrográficas apresenta-se como um recurso para o levantamento e quantificação dos parâmetros areais, lineares e hipsométricos dessas bacias hidrográficas, sendo a morfometria, segundo Cooke e Doornkamp (1974), uma importante ferramenta de análise.

Os estudos morfométricos ligados a Geomorfologia, surgiram inicialmente para analisar as formas de relevo com o emprego de técnicas e procedimentos sistemáticos e racionais. Trabalhos desenvolvidos por Horton (1945 *apud* CHRISTOFFOLETTI, 1974), precursor da análise quantificada das bacias hidrográficas, marcaram uma nova fase da morfometria através do emprego de vários parâmetros de finalidade analítica, levando também a um maior interesse em se desenvolver novas técnicas de análise hidrográfica.

O Laboratório de Geologia Ambiental (LAGEOLAM/UFSM), destaca entre suas linhas de pesquisa estudos morfométricos na região W do Rio Grande do Sul. Dentre os trabalhos desenvolvidos destaca-se o de Sangoi et al. (2003), que elaborou um mapeamento de *Landforms* na bacia hidrográfica do Arroio Inhacundá, em São Francisco de Assis/RS, utilizando metodologias semelhantes às empregadas neste trabalho; Cardoso (2003), realizou o mapeamento de unidades geomorfológicas, nas bacias hidrográficas do arroio São João e Sanga da Divisa, no município Alegrete-RS.

¹ Mestrando/ Universidade Federal de Santa Maria/LAGEOLAM tocogeo@yahoo.com.br

² Professor do Departamento de Geociências/Universidade Federal de Santa Maria/LAGEOLAM e-mail: lesro@base.ufsm.br

O presente trabalho, tem por objetivo utilizar parâmetros morfométricos para estudar as características do relevo da porção montante da bacia hidrográfica do Rio Itu, localizada no sudoeste do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas de latitude de 29° 02' 30" a 29° 14' 12" Sul e entre as longitudes 54° 50' 00" e 55° 10' 00" Oeste, pertencentes aos municípios de Santiago, Unistalda e São Francisco de Assis (Figura 1).

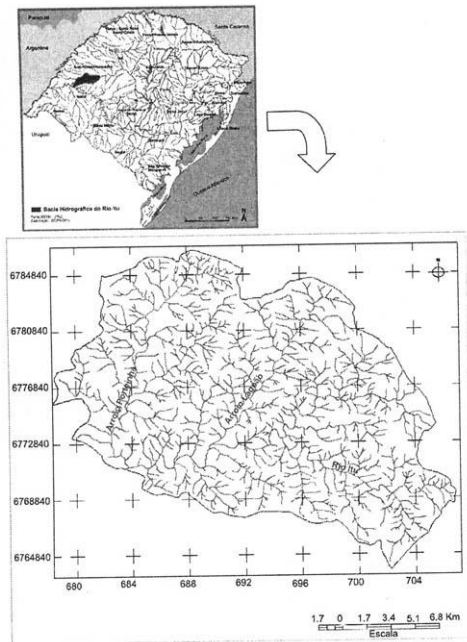


Figura 1 - Localização da Área de Estudo.

1 - METODOLOGIA

A delimitação da área de estudo teve como referencial o divisor d'água do setor mais a montante da bacia hidrográfica do Rio Itu, estendendo-se até a junção com seu afluente da margem esquerda, o Arroio Porteirinha, onde juntamente com o arroio Lagoão, foram estudados e caracterizados como o alto curso do Rio Itu.

A Magnitude e o Padrão de Drenagem da bacia hidrográfica foram definidos através do método proposto por Strahler (1952 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1974), que define o número de canais da bacia hidrográfica e o seu comportamento quanto à linha geral de escoamento em relação à inclinação das camadas geológicas.

Para a análise da densidade de drenagem foi utilizado o método proposto por Horton (1945 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1974), que é definido através da relação entre o comprimento total dos canais de escoamento e a área total da bacia hidrográfica, sendo definida pela expressão: $Dd = L/A$; onde, Dd é a densidade da drenagem; L é o comprimento total dos canais de drenagem, e A é a área da bacia hidrográfica.

Com relação à forma da bacia hidrográfica, foram analisadas as três sub-bacias que constituem a área de estudo, utilizado-se dois índices: o Fator Forma e o Coeficiente de Compacidade. O *fator forma* é determinado pela relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia hidrográfica. A largura média é determinada pela divisão da área desta pelo seu comprimento. O comprimento da bacia corresponde à extensão do canal principal. Desse modo, o fator forma é representado pela expressão $Kf = A/L^2$, onde A é a área da bacia hidrográfica em quilômetros quadrados e, L é o comprimento do canal principal, dado em quilômetros.

O *coeficiente de compacidade* é obtido através da razão entre o perímetro da bacia hidrográfica e a área de um círculo de mesma área da bacia. É calculado através da expressão: $Kc = 0,28 \cdot P/(VA)$, onde P é o perímetro da bacia, em quilômetros; (VA) é a raiz quadrada da área de um círculo igual à área da bacia em quilômetros quadrados. O valor obtido indica, que quanto mais próximo de 1 (um) mais circular será a bacia hidrográfica.

A análise topográfica da área usou como base às cartas topográfica de escala 1:50000, de Unistalda, Santiago, Vila Kramer e Nova Esperança. Segundo Castro (2002), o estudo de uma bacia hidrográfica começa, obrigatoriamente, pela carta topográfica, pois, além de possibilitar a delimitação, apresenta elementos de localização como os sistemas de projeções, caracterizados pelas coordenadas esféricas e planas, além de elementos de sistematização e proporção, como a escala.

A análise hipsométrica da área deu-se a partir da interpretação do comportamento espacial das curvas de nível e pontos cotados, o que possibilitou a definição de três classes altimétricas: altitudes inferiores a 220 metros (140-220 metros), altitudes entre 220-380 metros e altitudes superiores a 380 metros (380-437 metros).

O mapa de declividade da bacia hidrográfica foi elaborado através da definição de três limites de declividade, constituindo quatro classes: < 2%; 2 a 5%; 5 a 15% e > 15%.

Os limites escolhidos foram:

- 2% - áreas muito planas, quando ocorrem junto às drenagens formam áreas sujeitas à inundação;

- 5% - áreas planas onde se registram alguns processos deposicionais. A partir desta inclinação o processo erosivo começa a ser significativo. O IPT (1981 *apud* MOREIRA; PIRES NETO, 1998), usa este limite na definição de formas de relevo.

- 15% - limite máximo para uso de mecanização agrícola e, áreas propícias à ocorrência de processos de movimentos de massa e escorregamentos. Limite usado pelo IPT para a definição de formas de relevo.

O comprimento e amplitude das vertentes foram analisados a partir da medida das extensões existentes desde o topo até a base horizontal e vertical respectivamente.

Segundo Goulart (2001), as unidades de relevo são o conjunto de formas semelhantes, geneticamente homogêneas, individualizadas em razão de suas características morfológicas e morfográficas.

Conforme Lollo e Zuquette (1998) há duas maneiras distintas de estabelecer as unidades de relevo: o enfoque fisiográfico e o enfoque paramétrico. O enfoque fisiográfico baseia-se na delimitação das unidades com base na visualização dos processos de formação do relevo; o enfoque paramétrico tem o objetivo de delimitar áreas diferenciadas utilizando parâmetros representativos tais com declividade, amplitude, extensão e parâmetros diversos de rede de drenagem.

Seguindo-se esta linha do enfoque paramétrico, o mapa de unidades de relevo da porção montante da bacia hidrográfica do rio Itu foi elaborado a partir da interpretação e cruzamento das informações obtidas. Baseado nos dados obtidos construiu-se um

mapa de unidades de relevo, utilizando como base a metodologia de Lollo, modificada por Sangoi et al. (2003).

Para a elaboração dos mapas e interpolação dos dados, utilizou-se o software Spring 4.0 desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Corel DRAW 10, desenvolvido pela Corel Inc.

2 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

2.1- Caracterização da Rede de Drenagem

A região de estudo, montante da bacia hidrográfica do rio Itu, apresenta uma área total de 383,39 Km², com perímetro de 95,98 km, estendendo-se no sentido leste - oeste. Nesta porção a hierarquia fluvial é de 5^o ordem.

O comportamento da rede hidrográfica com relação à linha geral de escoamento e a inclinação das camadas geológicas segundo Christofolletti (1974), podem ser considerada como uma rede subsequente, devido ao leito principal obedecer a linhas de fraqueza geológica do terreno.

A densidade da rede de canais é uma variável importante na análise morfométrica das bacias de drenagem, representando o grau de dissecação topográfica em paisagens elaboradas pela atuação fluvial, ou expressando a quantidade disponível de canais de escoamento. O comportamento hidrológico das rochas repercute na densidade de drenagem, uma vez que as rochas de pouca infiltração, permitem um maior escoamento superficial, possibilitando a formação de canais. O estudo desta variável permitiu determinar um comprimento total dos cursos d'água de 835,24 km, distribuídos por uma magnitude de 640 canais, apresentando uma densidade de drenagem total de 2,17 km/km².

A densidade de drenagem com valores entre dois e quatro km/km² aponta para uma bacia hidrográfica relativamente bem drenada. Villela e Mattos (1975), de maneira quantitativa, indicaram que o índice de 0,5 km/km² representa bacias com drenagem pobre, e o índice 3,5 km/km² ou mais indica bacias excepcionalmente bem drenadas.

Desta forma, a bacia hidrográfica do alto curso do rio Itu, pode ser considerada bem drenada, visto que sua densidade de drenagem é superior a 2 km/km², além de apresentar um total de 849 canais fluviais com um comprimento médio de 0,98 km/km².

A tabela 1 apresenta análise da rede de drenagem, identificando parâmetros para cada ordem de drenagem.

Tabela 1 - Parâmetros da rede de drenagem.

| Hierarquia dos Rios | Número de Canais | Comprimento Total (Km) | Comprimento Médio (Km) | Densidade de Drenagem (km/km ²) |
|---------------------|------------------|------------------------|------------------------|---|
| 1 ^a | 640 | 484,13 | 0,75 | 1,26 |
| 2 ^a | 159 | 169,9 | 1,06 | 0,44 |
| 3 ^a | 41 | 84,27 | 2,05 | 0,21 |
| 4 ^a | 7 | 61,89 | 8,84 | 0,16 |
| 5 ^a | 2 | 35,05 | 17,52 | 0,09 |
| Total | 849 | 835,24 | 0,98 | 2,17 |

Para Christofolletti (1974), o padrão da drenagem, que se constitui no arranjo espacial dos cursos fluviais pela bacia hidrográfica, pode ser influenciado em sua morfogenética por algumas características naturais da área, entre as quais destacam-se: a disposição das camadas rochosas, a resistência litológica variável, as diferenças de declividade e a evolução geomorfológica da região.

A bacia hidrográfica em estudo apresenta um padrão de drenagem predominantemente retangular, pois suas drenagens obedecem às linhas das falhas e fraturas geológicas que condicionam um forte controle estrutural da região.

A forma da bacia hidrográfica segundo Moreira e Pires Neto (1998), é utilizada para saber o tempo que a água leva para percorrer a distância entre o ponto mais afastado da bacia e o seu exutório (tempo de concentração).

Assim sendo, a partir do fator forma e do coeficiente de compacidade, que determinam a circularidade de uma bacia hidrográfica, foram analisadas as três sub-bacias: Arroio Porteirinha, Lagoão e da nascente do rio Itu. No arroio Porteirinha, para o coeficiente de compacidade e fator forma, encontrou-se os valores de 1.44 e 0,20 respectivamente. O arroio Lagoão apresenta 1.40 e 0.19 para os mesmos índices, e a sub-bacia da nascente do rio Itu, tem-se a importância de 1.59 para o coeficiente de compacidade e 0.12 para o fator forma.

A partir destes valores pode-se dizer que, na área de estudo, as sub-bacias apresentam uma baixa circularidade, apresentando-se com uma forma estreita e alongada. Em um comparativo entre as três bacias, identifica-se ainda que as mesmas apresentam uma grande semelhança quanto à forma. Esses valores representam o escoamento com um controle estrutural onde a drenagem está encaixada em zonas de falhas e fraturas.

2.2- Análise das Altitudes

Conforme o comportamento topográfico e das curvas de nível, identificou-se que a bacia hidrográfica em estudo apresenta uma amplitude altimétrica de 297 metros, desta forma, foi dividida em três áreas de altitudes distintas, diferenciadas ao longo de sua extensão.

A primeira é uma área de altitude inferior a 220 metros, estendendo-se desde o exutório da bacia hidrográfica onde encontram-se as menores altitudes, em torno de 140 metros, caracterizada por um comportamento topográfico suavemente ondulado, ocupando a porção mais a jusante da bacia hidrográfica em estudo, compreendendo 52,44 km², ou seja, 13,67% da área de estudo.

A segunda área apresenta altitudes entre 220 e 380 metros, estende-se pelo médio curso da bacia hidrográfica, caracterizada por uma topografia mais íngreme. Esta porção ocupa a maior parte da bacia hidrográfica e se estendendo por 283,07 km², cerca de 74% da área total.

Na terceira área, a altitude se encontra acima dos 380 metros, apresentando ainda alguns pontos cotados que atingem 437 metros de altitude, ocupa essencialmente a porção mais a montante da bacia hidrográfica em estudo. Esta porção é caracterizada por uma topografia suave a plana, com uma área de 48,06 km², representando cerca de 12% da área total da bacia hidrográfica.

2.3 - Análise das Vertentes

2.3.1 - Declividade

Foram individualizadas quatro classes de declividade, onde a porcentagem de área ocupada por elas pode ser observada na Figura 2:

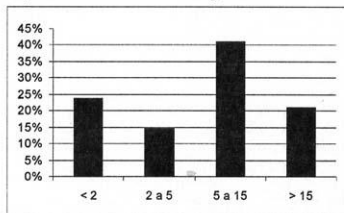


Figura 2 - Porcentagem das classes de declividade.

As declividades menores que 2% ocupam uma área de 89,43 km², sendo a segunda maior classe, e representa as partes mais planas da bacia hidrográfica. Esta classe de declividade é encontrada por toda a bacia hidrográfica, mas principalmente no baixo curso do arroio Porteirinha, onde se encontram áreas planas próximas as drenagens. Na porção mais a montante da bacia hidrográfica em estudo, também é registrada a ocorrência de grandes áreas com declividades inferiores a 2%, em topos de colinas suavemente onduladas.

As declividades entre o intervalo de 2 e 5% ocupam uma área de 55,75 km², constituindo-se na classe de menor representatividade na bacia hidrográfica. Esta classe ocorre predominantemente na porção mais a montante da bacia hidrográfica em estudo.

No médio curso da bacia hidrográfica, ocorre a classe que ocupa a maior área, com declividades entre 5 a 15%, correspondendo a 156,95 km² da área total.

As inclinações superiores a 15% ocupam uma área de 80,88 km², e constituem a classe de declividade que se estende ao longo da rede de drenagem formando junto aos cursos d'água uma porção de vales encaixados com encostas íngremes e escarpadas, na porção de médio curso da bacia.

2.3.2 - Comprimento e Amplitude das Vertentes

A análise das vertentes a partir de seus comprimentos, possibilitou a divisão em quatro classes, conforme seus comprimentos e frequência de ocorrência na bacia hidrográfica, como pode-se observar na Tabela 2.

Tabela 2 - Classes de comprimento de rampas e ocorrência na bacia hidrográfica.

| Classes | Varição de comprimento | Frequência de um total de 90 vertentes medidas |
|---------|------------------------|--|
| 1 | 200 a 700 metros | 47 |
| 2 | 700 a 1200 metros | 20 |
| 3 | 1200 a 1700 metros | 10 |
| 4 | Maior que 1700 metros | 13 |

De uma maneira geral, a área apresenta comprimento das vertentes bastante variados, ocorrendo vertentes com alongamento de apenas 250 metros e vertentes que atingem comprimento de até 3750 metros.

A análise da tabela 2 permite identificar que os comprimentos entre 200 e 700 metros, são os mais frequentes, compreendendo 52% da bacia, indicando a predominância de vertentes curtas.

As demais classes de comprimento de vertentes ocorrem em menor frequência, ao longo da bacia hidrográfica, associada ao relevo ondulado da área.

Quanto à amplitude as vertentes, não apresentam grande variação ao longo da bacia hidrográfica, uma vez que variam entre 70 a 90 metros de altura.

2.4 - Compartimentação e Mapeamento das Unidades de Relevo

A individualização e mapeamento das unidades de relevo definem as áreas com características morfométricas homogêneas. Na área de estudo foram definidas sete unidades homogêneas de relevo conforme pode-se identificar na Figura 3, assim caracterizadas:

Unidade I: unidade representada por vales encaixados, caracterizados por vertentes escarpadas com o predomínio de declividades superiores a 15 %. Esta unidade ocupa 89,31 km², cerca de 23% do total da bacia hidrográfica e estende-se principalmente pelo médio curso, junto às drenagens. É a segunda maior unidade em extensão na bacia hidrográfica, representando uma área que se destaca das demais devido às suas grandes declividades, constituindo uma porção sem grandes possibilidades de uso, a não ser a preservação da vegetação.

Unidade II: é uma área de colinas onduladas com intervalo de declividades predominante de 5 a 15%, com algumas vertentes com inclinação > 15%, e altitude superior a 220 metros. Corresponde a unidade que ocupa a maior área na bacia hidrográfica com 195,84 km², mais da metade da área total, cerca de 51%.

Unidade III: área de colinas onduladas, com declividades predominantes entre 5 e 15%, e secundariamente com declividades > 15%. Esta unidade diferencia-se da anterior, principalmente por ocorrer nas altitudes mais baixas, entre 140 e 220 metros. Ocupam 16,16 km², cerca de 4% da área total da bacia hidrográfica. É uma unidade associada à rede de drenagem.

Unidade IV: colina suavemente ondulada, com declividades predominantes entre o intervalo de 5 a 15%, mas com grande ocorrência de declividades < 5%, e altitudes superiores a 220 metros. Esta unidade compreende uma área de apenas 3,43 km² e localiza-se junto ao divisor d'água próximo da jusante da bacia hidrográfica em estudo, onde aparecem colinas com vertentes pouco inclinadas, porém com altitudes superiores a 220 metros.

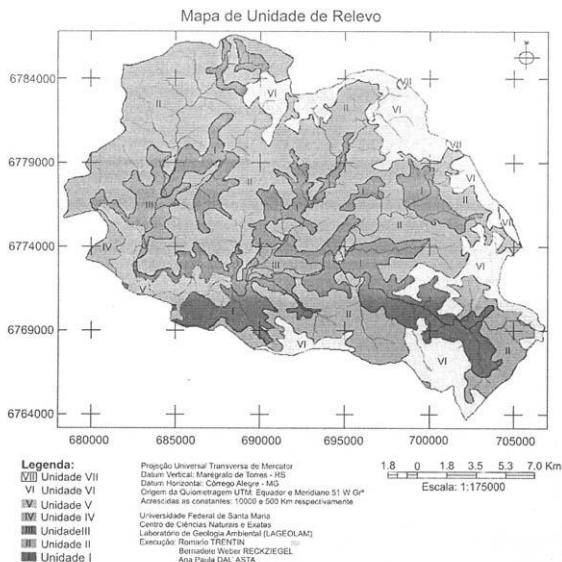


Figura 3 - Mapa de Unidades de Relevo da Área em Estudo.

Unidade V: colina suavemente ondulada, com altitudes inferiores a 220 metros, e com declividades não ultrapassando a 15%, sendo esta a diferenciação da unidade III. Esta unidade apresenta uma topografia constituída por colinas com vertentes de média a baixa inclinação, ocupando uma área de 13,21 km², cerca de 3,5% do total da bacia hidrográfica localizada nas menores altitudes, sendo esta unidade posicionada na porção mais a jusante, junto às drenagens que chegam até a foz da bacia hidrográfica em estudo.

Unidade VI: colinas de topos planos e vertentes suaves, onde as declividades predominantes são inferiores a 5% e as altitudes são superiores a 380 metros. Esta unidade ocupa 62,47 km², cerca de 16% da área da bacia hidrográfica e posiciona-se sobre a porção mais a montante.

Unidade VII: áreas constituídas por morrotes, onde as declividades são superiores a 15% e as altitudes superiores a 380 metros. Esta é a unidade que ocupa a menor área na bacia hidrográfica com apenas 1,67 km², tendo sido individualizada por apresentar-se na forma de morrotes isolados formados por vertentes fortemente inclinadas. São especificamente três pequenas porções, localizadas a montante da bacia hidrográfica, junto ao divisor d'água que delimita a área de estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de estudos da rede hidrográfica e do relevo têm grande importância para o estudo de bacias hidrográficas, pois fornecem situações concretas de interpretações.

Devido a grande diversidade de relevo, e de certas peculiaridades quanto à rede de drenagem, a bacia hidrográfica apresenta uma importante diferenciação de áreas homogêneas.

Com o uso das técnicas de quantificação das informações e da síntese cartográfica, o presente trabalho definiu sete unidades homogêneas de relevo.

A definição destas unidades de relevo apresentam características próprias importantes, na medida que acabam definindo através de suas individualidades certas aptidões às diversas formas uso, como é o caso da unidade I sendo pouco favorável ao uso agropecuário devido a sua grande declividade; ou ainda a unidade VI que são as áreas bastante planas em altas altitudes, muito propícias ao uso agropecuário, inclusive com emprego de mecanização agrícola.

A síntese cartográfica representada pelas unidades de relevo é um elemento base para o desenvolvimento de trabalhos geoambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARDOSO, C. B.; ROBAINA, L. E. S.; MEDEIROS, E. R. Mapeamento de Unidades Geomorfológicas: Bacias Hidrográficas Arroio São João e Sanga da Divisa, Alegrete-RS. *Ciência e Natura*. Santa Maria, v. 25, p.129-148, dez. 2003.
- CASTRO, J. F. M.; VIADANA, A. G. A Relevância da Cartografia nos Estudos de Bacias Hidrográficas: O Exemplo da Bacia do Rio Corumbatai. *Geografia*, São Paulo: Ed Associação de Geografia Teorética, v. 27, n. 3, dez. 2002.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blücher, Ed da Universidade de São Paulo, 1974.
- COOKE, R.U.; DOORNKAMP, J. C. *Geomorphology in Environmental Management- An Introduction*. Oxford: Clarendon Press, 1974.
- GOULART, A. C. O. Relevo e Processos Dinâmicos. *Geografares*, Vitória, n.2, jun. 2001.

LOLLO, J. A. & ZUQUETTE, L. V. Uso de Redes Neurais Artificiais para Identificação Preliminares de Unidades do Meio Físico. In: VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA. Florianópolis: **Anais**, 1998.

MOREIRA; PIRES NETO. Clima e Relevo. In: OLIVEIRA, Antonio Manuel dos Santos e BRITO, Sérgio Nertan Alves de. **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

RIZZI, N. E. et al. **Caracterização Ambiental da Bacia do Rio Canguiri Região Metropolitana de Curitiba-PR**. Curitiba, 1999.

RODRIGUES, E. B.A. A importância dos Landforms na elaboração de cartas de susceptibilidade aos movimentos de massa na região de Águas de Lindóia/SP. In: III Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica. São Paulo: **Anais**, 1992.

SANGOI, D. S.; TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S.; PIRES, C.A.F. Mapeamento de "Landforms" na Bacia do Rio Inhacundá, São Francisco de Assis/RS. **Geosul**, Florianópolis, v. 17, n.36, jul.-dez. 2003.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 1975. 245 p.