

## ESTUDO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DO RELEVO E DA REDE DE DRENAGEM DA ÁREA SITUADA ENTRE OS RIOS JAGUARI E IBICUI NO MUNICÍPIO DE SÃO VICENTE DO SUL – RS

RECKZIEGEL, E. W.<sup>1</sup>

ROBAINA, L. E. de S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Acadêmica do curso de Geografia da UFSM  
elisawr@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Geociências da UFSM  
lesro@base.ufsm.br  
(55) 3220-8639

### RESUMO

A análise morfométrica é largamente utilizada na obtenção de informações sobre a dinâmica da paisagem, sendo de grande relevância nos estudos geomorfológicos. Este trabalho objetiva uma análise dos parâmetros morfométricos do relevo e da rede de drenagem da área situada entre os rios Jaguari e Ibicuí, no município de São Vicente do Sul, a oeste do estado do Rio Grande do Sul, abrangendo uma área de 49208,30 hectares. Os parâmetros morfométricos analisados foram: magnitude da rede de drenagem, comprimento total dos canais de escoamento, densidade da drenagem (Dd), coeficiente de manutenção (Cm), densidade hidrográfica, altimetria, declividade, comprimento de vertente, formas do relevo e unidades de relevo. A partir dos dados morfométrico obtidos foram individualizadas 3 unidades homogêneas de relevo. A rede de drenagem apresenta magnitude de 5ª ordem, sendo o comprimento total dos canais de 846,17 km. A densidade da drenagem é de 1,43 km/km<sup>2</sup>. Com relação à declividade, predominam declividades inferiores a 2%, correspondendo a 47,5% do total da área. Declives entre 2% e 5% perfazem 21,8%, declives entre 5% e 15% equivalem a 25,01%, e declividades superiores à 15% correspondem a 5,52% do total. O predomínio de declividades baixas deve-se ao fato de a maior parte da área de estudo constituir-se na planície de inundação dos rios Jaguari e Ibicuí. A presença de declividades maiores ocorre associada aos cerros isolados situados entre a planície. Com relação à altitude, 57% do total da área situa-se em altitudes inferiores à 100 metros; 42,8% equivalem a áreas com altitudes entre 100 e 200 metros, e apenas 0,2% do total da área situa-se em altitudes superiores à 200 metros. O maior comprimento de vertente presente no terreno, corresponde a 2200 metros e o menor equivale a 150 metros. Ocorre o predomínio de vertentes curtas, constituindo 64% do total analisadas. Quanto às unidades do relevo, a unidade I constitui as áreas planas, caracterizadas pelo predomínio de processos de acumulação e depósito de sedimentos recentes. A unidade II constitui as colinas e caracteriza-se pelo predomínio de declives médios, os processos erosivos tornam-se significativos. A unidade III constitui os morros e morrotes isolados, caracterizando-se pela ocorrência de processos erosivos e de movimentos de massa. Dessa forma, a área de estudo possui um relevo predominantemente plano com presença de algumas elevações isoladas. Os processos de dinâmica superficial estão principalmente associados às inundações, ocorrendo movimentos de massa e erosão somente ao longo das vertentes dos morrotes.

Palavras-chave: hidrografia, morfometria, unidades de relevo.

### INTRODUÇÃO

Os estudos morfométricos de formas de relevo e da rede de drenagem são instrumentos básicos para o desenvolvimento de planos de gestão que visem a utilização racional do meio ambiente e a compreensão dos processos naturais atuantes neste meio. Este trabalho apresenta um estudo dos parâmetros morfométricos que caracterizam o relevo e a rede de drenagem da área que se situa entre o leito dos rios Ibicuí e Jaguari no município de São Vicente do Sul no estado do Rio Grande do Sul.

A área de estudo segue a seqüência de análises já elaboradas na porção oeste do estado do Rio Grande do Sul por pesquisadores do Laboratório de Geologia Ambiental (Lageolam) da Universidade Federal de Santa Maria-RS. A região se constitui em uma área de grande preocupação ambiental devido aos processos erosivos acelerados.

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Geograficamente, a área de estudo localiza-se entre as latitudes  $29^{\circ}38'6''S$  e  $29^{\circ}51'17''S$  e entre as longitudes  $55^{\circ}8'25''W$  e  $54^{\circ}44'33''W$ . Situada na zona fisiográfica da campanha gaúcha, abrange 49.208,30 hectares no município de São Vicente do Sul, na porção oeste do estado do Rio Grande do Sul. É delimitada, ao norte pelo rio Jaguarí e ao sul, pelo rio Ibicuí (Figura 1).

Conforme Nimer (1989) devido a sua latitude, o clima da área é subtropical, apresentando quatro estações bem definidas, com invernos frios e verões quentes. As chuvas são abundantes e bem distribuídas todo o ano, na maioria dos meses as precipitações excedem 100mm, registrando médias anuais de 1400 mm.

A vegetação natural da área consiste em campos, com predomínio de vegetação rasteira. Nas encostas mais íngremes dos cerros e junto à rede de drenagem ocorre vegetação arbórea.

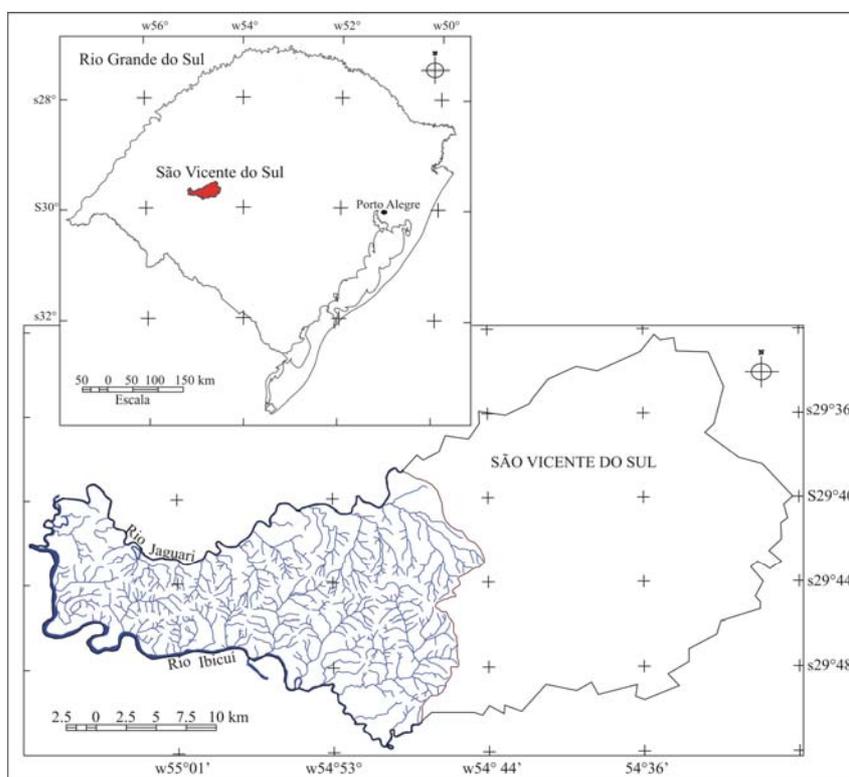


Figura 1 – Mapa de Localização da área de estudo no município de São Vicente do Sul.

Com relação aos solos, de acordo com o levantamento de solos do estado do Rio Grande do Sul, realizado por Streck *et al* (2002), predominam latossolos arenosos, em virtude da alteração de arenitos por processos intempéricos e de pedogênese.

## **METODOLOGIA**

A base cartográfica são as cartas topográficas do exército de São Francisco de Assis, Cacequi, Boa Esperança, e Itapevi, em escala 1:50.000.

Os parâmetros morfométricos analisados foram: magnitude da rede de drenagem, comprimento total dos canais de escoamento, densidade da drenagem (Dd), coeficiente de manutenção (Cm), densidade hidrográfica, amplitude altimétrica (H), altimetria, declividade e comprimento de vertente.

A ordem de drenagem, a densidade da drenagem e a densidade hidrográfica foram estabelecidas de acordo com Strahler (1952) *apud* Christofolletti (1974).

Para o cálculo da densidade da drenagem foi usada a fórmula:  $Dd = Lb/A$  (Dd = densidade da drenagem; Lb = comprimento dos canais em km e A = área estudada em  $km^2$ ).

A densidade hidrográfica foi calculada através da fórmula:  $Dh = N /A$  (Dh = densidade hidrográfica; N = número total de rios e A = a área de estudo em  $km^2$ ).

Segundo Shumm (1956) *apud* Christofolletti (1974) o coeficiente de manutenção tem a finalidade de fornecer a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento, sendo calculado pela expressão,  $Cm = 1/Dd \times 1000$  (Cm = coeficiente de manutenção e Dd = a densidade da drenagem em m).

Para elaboração do mapa hipsométrico a área foi dividida em três classes: áreas com altitudes inferiores a 100 metros, áreas com altitudes entre 100 e 200 metros e áreas com altitudes superiores a 200 metros. A amplitude do relevo foi encontrada através da diferença entre a maior e a menor altitude presente na área de estudo.

O mapa de declividade foi elaborado dividindo-se o terreno em quatro classes, utilizando como limite os valores de 2%, 5% e 15%. Os limites foram definidos considerando: áreas com declives inferiores a 2% correspondem às áreas planas onde predominam processos de acumulação. O limite de 5% de declives é considerado como divisor das áreas de acumulação e erosão; áreas com declives superiores a 15%, são susceptíveis a movimentos de massa, além de ser considerado limite para mecanização agrícola.

Para análise do comprimento de vertente, foram medidas 127 rampas em diferentes porções da área de estudo. Os comprimentos de vertentes foram classificados em quatro classes: curtas (entre 150 e 700 metros), médias (entre 700 e 1200 metros), alongadas (entre 1200 e 1700 metros) e longas (entre 1700 e 2200 metros).

A análise das formas do relevo foi realizada de acordo com a metodologia proposta pelo IPT (1981) *apud* Moreira e Pires Neto (1998), onde leva-se em consideração o gradiente de declividade (%) e a amplitude (metros) da vertente. Dessa forma, as vertentes foram classificadas em: rampa, onde predominam declives inferiores a 5% e amplitudes inferiores a 100 metros; colina, onde as declividades ficam entre 5% e 15% e a amplitude é inferior a 100 metros; morrote, onde as declividades excedem 15% e as amplitudes são inferiores a 100 metros e; morro onde os declives são superiores a 15% e as amplitudes superiores a 100 metros.

O mapeamento de unidades do relevo define áreas com parâmetros morfométricos semelhantes. A partir dos dados obtidos, a área foi dividida em três unidades.

A elaboração cartográfica digital do relevo e da rede de drenagem foi realizada com apoio do software SPRING 4,0, e do Corel Draw 11.

## **RESULTADOS**

### **Rede de Drenagem**

A rede de drenagem da área de estudo está dividida em dois setores: o setor norte correspondente aos afluentes do rio Jaguari e o setor sul correspondente à parte integrante da bacia do rio Ibicuí

O setor norte da área possui magnitude de 4<sup>a</sup> ordem. Apresenta 305,67km de extensão da rede de drenagem, distribuídos em seus 241 canais de escoamento.

O setor sul do terreno apresenta magnitude de 5<sup>a</sup> ordem e 398,69km de extensão da rede de drenagem, distribuídos em 354 canais.

A rede de drenagem total da área é composta por 595 canais de escoamento e hierarquia de 5<sup>a</sup> ordem. A densidade da drenagem é de 1,43km/km<sup>2</sup>, valor este, que indica densidade baixa (Strahler,1960 *apud* Chistofolletti, 1979). O coeficiente de manutenção da drenagem da área pesquisada equivale a 69.930,06metros e a densidade hidrográfica é de 0,904.

Do total de canais, 445, que equivalem 63,1% da rede de drenagem, 406,68km de extensão da rede hidrográfica, são de 1<sup>a</sup> ordem. Os canais de 2<sup>a</sup> ordem somam 113, e

correspondem a 176,13km de extensão, 16,6% da rede hidrográfica. Os 29 canais de 3ª ordem equivalem a 90,89km, cerca de 14,56% da rede hidrográfica, os canais de 4ª ordem são 7 apresentando 25,06km de extensão, apenas 1 canal possui 5ª ordem, este, apresenta 5,625km (Tabela 1).

Tabela 1 – Dados morfométricos a respeito das principais características da rede de drenagem da área entre os rios Ibicuí e Jaguari no município de São Vicente do Sul.

HIERARQUIA	Nº DE CANAIS	COMPRIMENTO TOTAL	COMPRIMENTO MÉDIO	DENSIDADE DA DRENAGEM
1ª ORDEM	445	406,68Km	0,91Km	0,832Km/Km <sup>2</sup>
2ª ORDEM	113	176,13Km	1,55Km	0,357Km/Km <sup>2</sup>
3ª ORDEM	29	90,89Km	3,13Km	0,184Km/Km <sup>2</sup>
4ª ORDEM	7	25,06Km	3,58Km	0,05Km/Km <sup>2</sup>
5ª ORDEM	1	5,625Km	5,625Km	0,011Km/Km <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>595</b>	<b>704,38Km</b>	<b>1,18Km</b>	<b>1,43Km/Km<sup>2</sup></b>

### Análise do relevo

A análise do relevo foi desenvolvida através dos parâmetros de altimetria, declividade, comprimento e forma das vertentes.

### Altitude

O estudo da altitude torna-se relevante na análise de diferentes elementos climáticos e de diferentes áreas de acumulação e erosão. Equivalente importância tem a amplitude na determinação das formas do relevo. Trentin e Robaina (2005) colocam que o mapa hipsométrico tem fundamental importância na análise da energia do relevo, indicando condições mais propícias à dissecação para as áreas de maior altitude e de acumulação para as áreas de menor altitude.

A maior altitude apresentada no terreno é de 338 metros, no topo do “Cerro Loreto”, na porção norte da área, e a menor altitude é de 74 metros nas proximidades do rio Ibicuí, na porção sul da área. Dessa forma, a amplitude altimétrica da área é de 264 metros.

As áreas com altitudes inferiores a 100 metros constituem 28.029,91 hectares, 57% do total, estando localizadas principalmente junto ao leito dos rios, caracterizando uma importante área com drenagens limitantes (Figura 2).

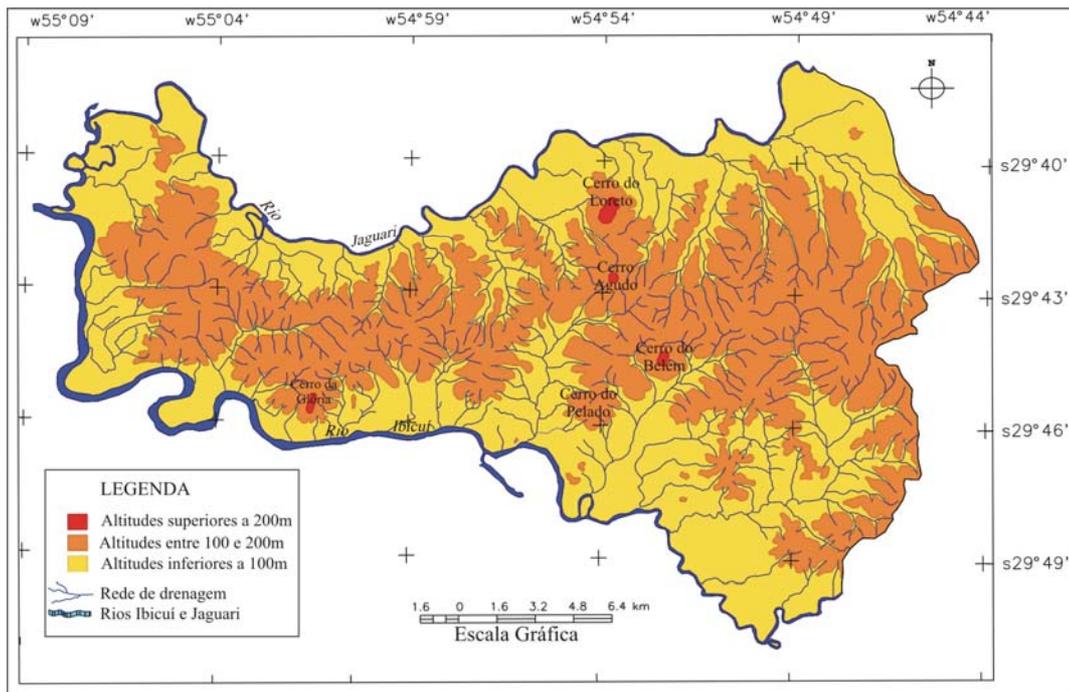


Figura 2 - Mapa Hipsométrico da área entre os rios Jaguari e Ibicuí, São Vicente do Sul.

Áreas que apresentam altitude entre 100 e 200 metros correspondem a 21.064,49 hectares, 42,8% do total, e se localizam, principalmente, na parte central da área.

Áreas com altitudes superiores a 200 metros correspondem a 112,54 hectares, 0,22% do total e localizam-se, de maneira geral, na porção centro-leste e centro-oeste da área de abrangência deste estudo, mais afastadas das margens dos rios Ibicuí e Jaguari.(Figura 3a).

### Declividade

A partir da análise das declividades é possível a identificação das inclinações das vertentes de uma bacia hidrográfica.

Dos 49.208,30 hectares que compõe a área de abrangência da pesquisa, quase metade, 47,5%, 23.409,82 hectares, apresentam declividades inferiores a 2% (Figura 3b). Estas áreas planas situam-se, em sua maioria, nas margens dos rios Ibicuí e Jaguari.

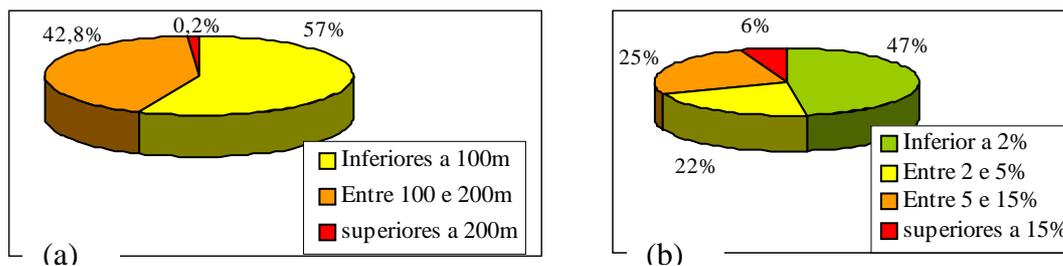


Figura 3- a) Gráfico indicando a distribuição das classes de altitude; b) Gráfico com distribuição das classes de declividade.

Declives entre 2% e 5% constituem 10.746,07 hectares, 21,8% da área. Os 12.308,46 hectares, que correspondem às declividades entre 5% e 15%, abrangem 25% da área. Apenas 2.716,89 hectares, 5,5% da área possuem declives superiores a 15%. (Figura 4).

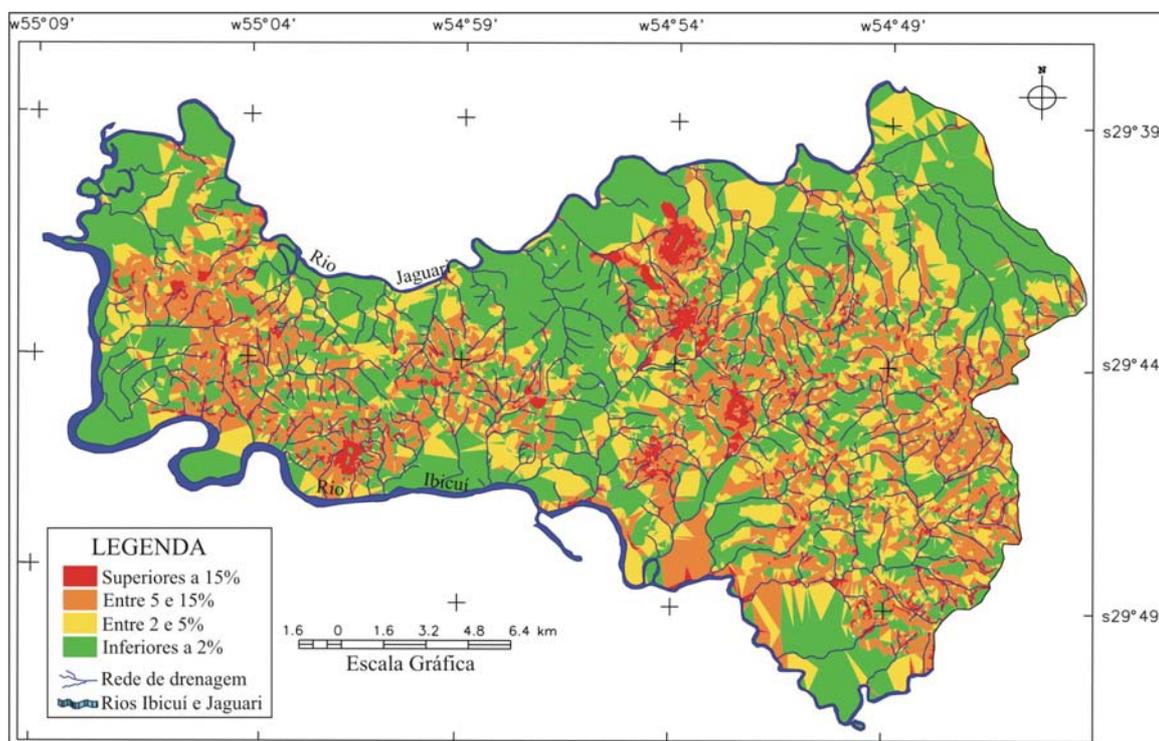


Figura 4- Mapa de declividade da área entre os rios Jaguari e Ibicuí, São Vicente do Sul.

### Comprimento de Vertente

O comprimento de vertente tem grande influência em algumas características do terreno, tais como capacidade de infiltração, tempo necessário para o escoamento desde o divisor de águas até o talvegue e na capacidade erosiva. Desta forma, constitui-se em um parâmetro morfométrico importante para ser analisado em estudos geomorfológicos.

Nesse contexto, Bertoni e Lombardi Neto (1990) *apud* Vitte (2005) colocam que a topografia do terreno, representada pela declividade e pelo comprimento dos lançantes, exerce acentuada influência sobre a erosão. O tamanho e a quantidade do material em suspensão arrastado pela água dependem da velocidade com que ela escorre e essa velocidade é uma resultante do comprimento do lançante e do grau de declive do terreno. Estas informações reforçam a importância da utilização de análises sobre o comprimento de vertentes para o planejamento territorial.

O maior comprimento de vertente presente na área de estudo, corresponde a 2.200 metros, localizado na porção norte da área. O menor comprimento de rampa corresponde a 150 metros, em uma vertente situada na porção sul, próximo ao leito do rio Ibicuí.

A partir das análises realizadas, constatou-se que no terreno há o predomínio de vertentes curtas, constituindo 64% do total dos comprimentos analisados.

Correspondem a vertentes médias, 26% dos comprimentos de vertente analisados. Já os comprimentos de rampa alongados equivalem a 6%. Os comprimentos de vertente longos entre 1.700 e 2.200m perfazem apenas 4% do total analisado.

### **Formas do relevo**

As formas do relevo foram classificadas em rampas, colinas, morrotes, e morros considerando a declividade média e a amplitude das vertentes (IPT, 1981 *apud* Moreira e Pires Neto, 1998).

Na área de estudo as rampas caracterizam-se pelo predomínio de declives inferiores a 5% e amplitudes entre 12 e 45 metros. Constatou-se que as rampas localizam-se, em sua maioria, próximo às margens dos rios. A rampa mais longa situa-se na porção norte da área de estudo, apresentando 1.350 metros de comprimento, 15 metros de amplitude altimétrica e declive de 1,1%.

As colinas são caracterizadas pelo predomínio de declives entre 5,2 e 13,33% e amplitude altimétrica entre 10 e 78 metros. Correspondem às formas predominantes na área de estudo.

Os morrotes são caracterizados pela presença de declives entre 15,5% e 22,6% e amplitudes entre 34 e 68 metros. Estes são pouco freqüentes, e os existentes localizam-se, principalmente, na porção sul da área em estudo.

Os morros caracterizam-se pela presença de declives entre 15,04% e 37,7% e amplitude altimétrica entre 158 e 248 metros. Destaca-se o Cerro do Loreto, situado na porção norte da área em estudo. Este, possui 248 metros de amplitude altimétrica e declive superior a 19%.

### **Compartimentação do Terreno**

De acordo com Lollo (1996), *landform* (Unidades do Relevo), consiste na porção do terreno originada de processos naturais e distinguíveis das porções vizinhas (demais *landforms*), em pelo menos um dos seguintes elementos de identificação: forma e posição

topográfica, frequência e organização dos canais, inclinação das vertentes e amplitude do relevo.

A análise dos parâmetros da drenagem e do relevo permitiram dividir a área de estudo em 3 unidades(Figura 5):

A unidade I constitui as áreas planas encontradas, principalmente, próximo ao leito dos rios Ibicuí e Jaguari. Caracteriza-se pela baixa declividade (inferiores a 2%), altitudes inferiores a 100 metros e predomínio de rampas. Os processos de dinâmica superficial caracterizam-se pelo predomínio de processos de acumulação e depósito de sedimentos recentes. Esta unidade abrange uma área de 23.310,7 hectares, perfazendo 47,37% do total (Tabela 2).

Tabela 2 - Síntese das principais características das 3 unidades do relevo

Unidade	I	II	III
Relevo predominante	Plano	Ondulado	Íngreme
Forma predominante	Rampas	Colinas	Morros e morrotes
Declividade predominante	Inferiores a 2%	Até 15%	Superiores a 15%
Altitude predominante	Até 100m	Entre 100 e 160m	Superiores a 160m
Amplitude altimétrica média	Inferiores a 40m	Entre 40 e 100m	Superiores a 100m
Processo de dinâmica superficial	Acumulação	Erosão	Erosão/ Movimentos de Massa
(%)	47,37%	50,7%	1,93%

A unidade II é constituída por áreas suavemente onduladas localizadas nas proximidades do divisor de águas dos rios Jaguari e Ibicuí, na porção central da área de estudo. Caracteriza-se pelo predomínio de declives médios (de 5% a 15%), altitudes entre 100 e 160 metros e predomínio de colinas. Nestas áreas os processos erosivos passam a ser significativos, podendo surgir ravinas nas cabeceiras de drenagem. Esta unidade abrange 24.977,16 hectares, perfazendo 50,7% da área de estudo.

A unidade III é constituída por áreas íngremes situadas em porções isoladas no centro da área de estudo. Caracteriza-se por declividades superiores a 15%, altitudes superiores a 160 metros e formas de morros e morrotes. Nesta unidade ocorrem processos erosivos e os movimentos de massa. Esta unidade abrange 918,9 hectares, apenas 1,93% da área de estudo.

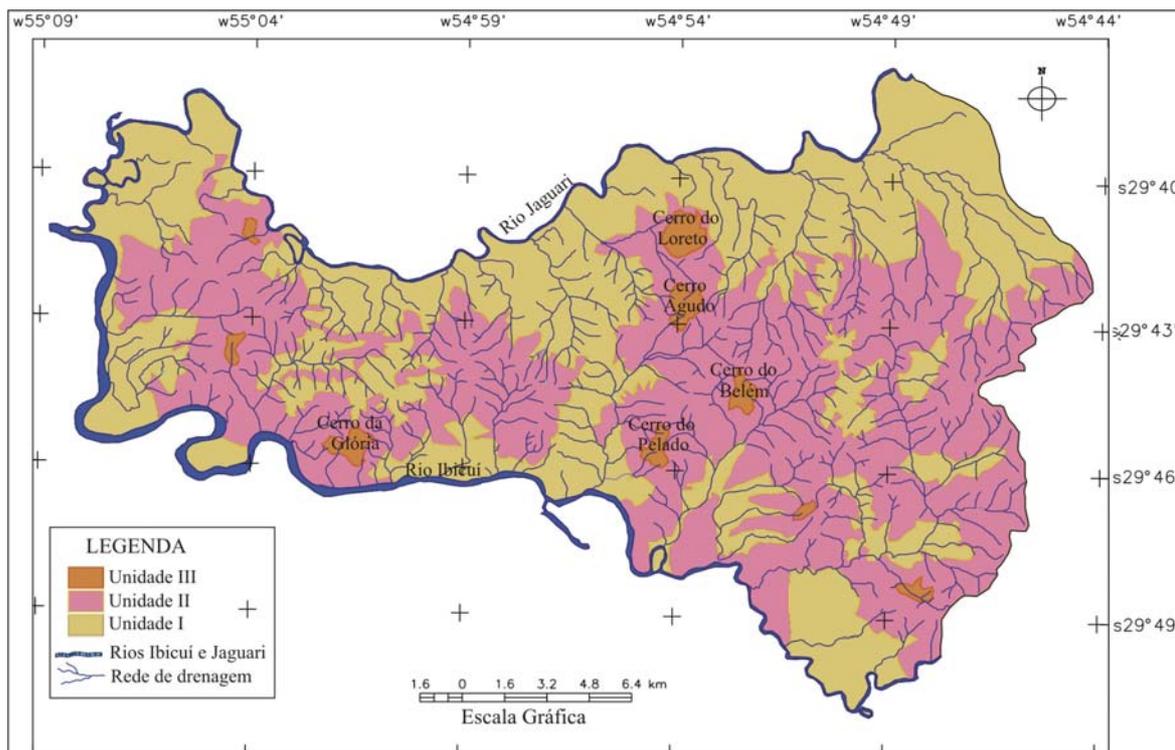


Figura 5 - Mapa de Unidades do Relevo da área entre os rios Jaguari e Ibicuí, São Vicente do Sul.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área de estudo se caracteriza por um relevo levemente ondulado com forte influência dos rios Jaguari e Ibicuí. A ocorrência de cerros isolados associados às colinas indica processos de erosão diferencial importante. Os cerros representam porções mais resistentes à dissecação. O substrato é composto por rochas com permeabilidade média gerando relativamente poucos canais de drenagem.

Os estudos morfométricos servem de base para trabalhos geomorfológicos e ambientais. Portanto o uso da terra deve considerar essas características estabelecendo formas de ocupação que permitem a sustentabilidade do meio.

## BIBLIOGRAFIA

CHRISTOFOLETTI, Antônio. A Análise da Densidade de Drenagem e suas Implicações Geomorfológicas. *Geografia*, v.4, n.8, 1979, p. 23-41.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974, 149p.

LOLLO, José Augusto de. **O Uso da Técnica de Avaliação do Terreno no Processo de Elaboração do Mapeamento Geotécnico: Sistematização e Aplicação na Quadrícula de Campinas**. 1996. 250f. Tese(Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.

MOREIRA, Ceres Virginia Rennó; PIRES NETO, Antonio Gonçalves. Clima e Relevo. In: OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; BRITO, Sérgio Nertan Alves de. **Geologia da Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998, p.69-85.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989, 422p.

TRENTIN, Romário. **Mapeamento de Unidades de Relevo: Bacia Hidrográfica do Rio Itu/RS**. 2004. 74f. Trabalho de Graduação (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

TRENTIN, Romário; ROBAINA, Luis Eduardo de Souza. Metodologia para mapeamento Geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul. In: XI Congresso Brasileiro de geografia Física Aplicada, 2005, São Paulo. **Anais...**São Paulo, 2005. P.3606-3615.

STRECK, Edeimar Valdir; KÄMPF, Nestor; DALMOLIN, Ricardo Simão Diniz; KLAMT, Egon; NASCIMENTO, Paulo César do; SCHNEIDER, Paulo. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002, 127p.

VITTE, Antônio Carlos. Mapeamento das Unidades de Paisagem nos Municípios de Sumaré e Valinhos, Região Metropolitana de Campinas (SP), Por Meio da Morfometria de Bacias de Drenagem. In: XI Congresso Brasileiro de geografia Física Aplicada, 2005, São Paulo. **Anais...**São Paulo, 2005. P.349-365.