

ANÁLISE MORFOMÉTRICA E GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CAETÉ, ALFREDO WAGNER/SC

*Morphometric and geomorphology analysis of the watershed Caeté,
Alfredo Wagner / SC*

Leandro Redin Vestena¹
Tatiane Checchia²
Masato Kobyama³

¹ **Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO**
Departamento de Geografia
Rua Simão Varela de Sá, nº. 03 – CEP 85040-080, Guarapuava – Paraná.
lvestena@unicentro.br

² **Universidade Federal de Rondônia - UNIR**
Departamento de Engenharia Civil
tati.checchia@gmail.com

³ **Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC**
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
kobyama@ens.ufsc.br

RESUMO

O trabalho tem por objetivo a análise morfométrica da bacia hidrográfica do Caeté, no município de Alfredo Wagner, região serrana do Estado de Santa Catarina. O método utilizado pautou-se na identificação dos parâmetros morfométricos - lineares, areais e hipsométricos - da rede de drenagem e das vertentes da bacia hidrográfica. A compreensão da dinâmica dos processos hidrogeomorfológicos fundamenta ações que visam ao manejo racional do uso da terra. Os procedimentos metodológicos basearam-se na hierarquização da rede de drenagem, segundo Strahler (1957); na aplicação das quatro Leis de Horton (1945); na estimativa dos índices de comprimento dos cursos fluviais, área e forma da bacia, densidade de drenagem, rios e segmentos da bacia; na relação entre o comprimento do rio principal e área da bacia e na elaboração da curva hipsométrica. Os resultados obtidos para as quatro Leis de Horton (1945) mostraram-se válidas. Os cursos fluviais são encachoeirados, com grandes gradientes, favorecendo os processos de transporte de sedimentos fluviais. A alta declividade das vertentes e cursos de água resulta na alta velocidade do escoamento e propicia o aparecimento de enxurradas que provocam periodicamente inundações das áreas ribeirinhas e escorregamentos.

Palavras chave: Rede de drenagem. Morfogênese. Dinâmica hidrogeomorfológica. Processos erosivos.

ABSTRACT

This paper aims to do the morphometric analysis of the watershed Caeté, in the city of Alfredo Wagner, mountainous region of Santa Catarina. The method used was based on the identification of morphometric parameters - linear, area and hypsometric - of the drainage network and the hillslope of the watershed. The understanding the dynamics of the hydrogeomorphological processes, guide actions aimed at the rational management of land use. The methodological procedures were used of the hierarchic of the drainage network based on Strahler (1957), in applying the four laws of Horton (1945) and the estimated rates of the rivers length, area and shape of the watershed, drainage density, river and segments of the watershed, the relationship between the length of the main channel and watershed area, and the development of hypsometric curves. The results for the four laws of Horton (1945) proved to be valid. The channels are rapids, with large gradients, favoring the transport processes of rivers sediments. The high steepness of the hillslopes

and water courses resulting in high speed flow and provide the appearance of overflowing that cause periodic inundating of riparian areas and landslides.

Keywords: Drainage. Morphogenesis. Hydrogeomorphology dynamics. Erosion process.

1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica (BH) é definida como uma região sobre a terra na qual o escoamento superficial converge para um único ponto fixo chamado exutória. O fluxo de matéria (nutrientes e poluentes) e energia, na unidade bacia hidrográfica, é coordenado principalmente pela dinâmica da água. Essa dinâmica depende da combinação, no tempo e no espaço, de vários fatores que interagem no sistema BH, como rochas, solos, relevo, clima, flora, fauna, uso do solo, entre outros.

As características físicas de uma bacia possuem importante papel na dinâmica dos processos do ciclo hidrológico, influenciando, dentre outros, principalmente, a precipitação, a deflúvio, o escoamento superficial e subsuperficial, a evapotranspiração, a interceptação, a infiltração, a percolação e o armazenamento de água no solo e subsolo.

O sistema fluvial é o grande responsável pelos processos morfogenéticos ativos na esculturação da paisagem terrestre, principalmente nas regiões de clima úmido. Dessa forma, pode-se afirmar que os aspectos geomorfológicos e hidrológicos estão diretamente relacionados nas bacias de drenagens, pela dinâmica dos processos hidrogeomorfológicos.

Pode-se afirmar que a BH é uma unidade hidrogeomorfológica (SILVEIRA, 2000; COELHO NETTO, 1995), na qual se desencadeiam processos, tanto naturais, como: degradação e agradação, infiltração, solifluxões, enchentes, transporte de sedimentos; quanto antrópicos, como: desmatamentos, aceleração do processo erosivo, urbanização, construção de estradas, abertura de áreas para o cultivo agrícola, dentre outros. Todas estas ações, e principalmente as antrópicas, acabam interferindo na dinâmica dos processos hidrogeomorfológicos e nas condições originais da paisagem.

A BH, recorte espacial adotado, é

também a unidade territorial básica para o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos definida pela Lei Federal N.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

As características morfométricas do padrão de drenagem e do relevo refletem algumas propriedades do terreno, como capacidade de infiltração e deflúvio das águas das chuvas; estreitam correlação com a litologia, estrutura geológica e formação superficial dos elementos que compõem a superfície terrestre. Os aspectos morfométricos são empregados na obtenção de informações sobre a dinâmica da paisagem, sendo de grande relevância nos estudos hidrogeomorfológicos.

Os aspectos morfológicos fornecem informações que permitem identificar diferenças essenciais entre distintas paisagens, como relatam estudos clássicos desenvolvidos por Horton (1945) e Strahler (1957, 1964).

Na bacia hidrográfica do Caeté (BHC), no município de Alfredo Wagner, região serrana do Estado de Santa Catarina, atividades de uso inadequadas do solo tornam mais susceptíveis a ocorrência dos processos erosivos. Nesse contexto, a análise morfométrica assume relevante importância na compreensão da dinâmica dos processos hidrogeomorfológicos, além de contribuir para fundamentar o diagnóstico e ações que visam ao manejo racional do uso da terra.

O objetivo da pesquisa é a caracterização hidrogeomorfológica da BHC, por meio da análise da morfometria fluvial, ou seja, na análise linear, areal e hipsométrica, da aplicação das quatro Leis de Horton, da estimativa dos índices de comprimento da rede de drenagem, área e forma da bacia, densidade de drenagem, de rios e segmentos da bacia, relação entre o comprimento do rio principal e a área da bacia, elaboração da curva hipsométrica e da carta clinográfica da BHC.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A BHC com 163 km² está localizada no município de Alfredo Wagner, região serrana do Estado de Santa Catarina, entre as latitudes 27° 52' 43'' S e 27° 41' 49'' S e longitudes 49° 20' 45'' W e 49° 11' 17'' W (Figura 1). O Rio Caeté é formado pelos Rios Perito e Santo Anjo, com suas nascentes em altitudes de 1.140 e 1.600 metros, respectivamente, na formação geológica Serra Geral. Da junção do Rio Caeté com o Rio Adaga nasce o Rio Itajaí do Sul, na área urbana do município de Alfredo Wagner.

O clima na bacia do Rio Caeté está sob o domínio da zona extratropical, o que resulta em temperaturas com caráter mesotérmico – temperaturas anuais médias entre 16°C e 20°C, inverno frio e verão amenizado pelas altitudes. A temperatura média anual fica em torno de 19°C, apresentando oscilações que variam de -2° (inverno) a 30°C (verão), com a ocorrência de geadas nos meses de inverno. A umidade relativa média do ar é de 85% (SANTA CATARINA, 1986).

As chuvas são abundantes e distribuídas ao longo do ano, portanto, não se distingue um período seco (MONTEIRO, 1963). A precipitação média anual no município de Alfredo Wagner é de aproximadamente 1.660 mm, com maiores incidências na primavera e no verão. Os meses mais chuvosos na média são dezembro (165 mm), janeiro (202 mm) e fevereiro (189 mm), e os menos chuvosos, abril (92 mm), maio (109 mm) e junho (97 mm) (ALVES, 2004).

A geologia na bacia é bem diversificada e, de modo geral, constituída praticamente por camadas horizontais de arenito, siltitos, argilitos, folhelhos e basaltos pertencentes à Bacia do Paraná (SHIMIZU et al., 1995b)

Os solos estão associados principalmente a Cambissolos e Neossolos e apresentam fertilidade natural muito baixa. Os solos das encostas possuem estrutura frágil e são facilmente erodíveis, enquanto os das

chapadas são extremamente ácidos (SACHET, 1994).

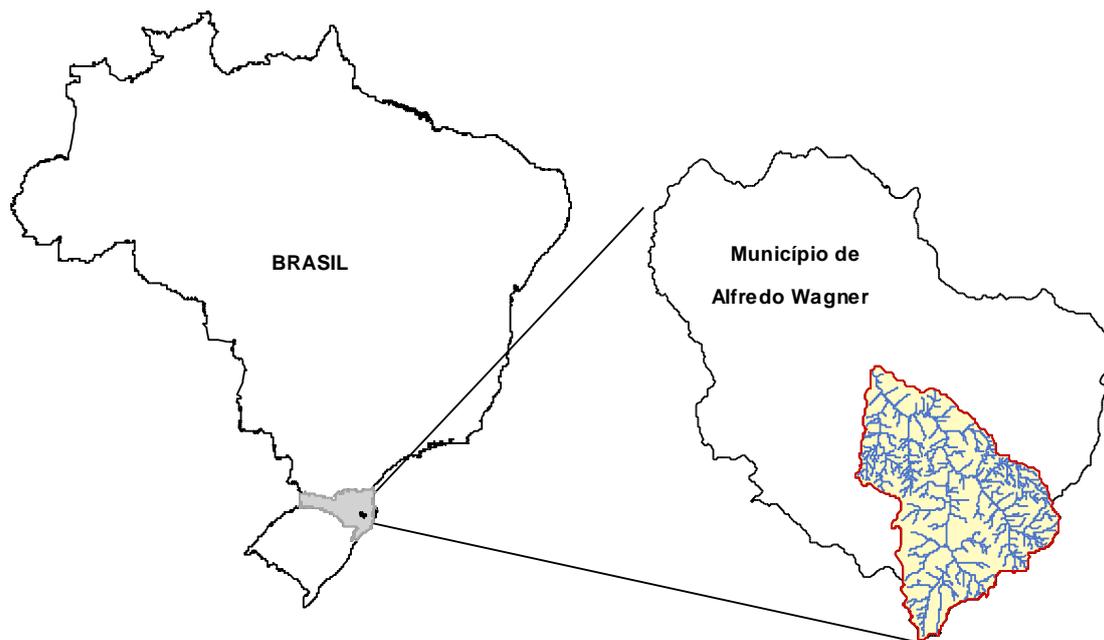
O uso da terra é caracterizado por matas, reflorestamento, campo, solos expostos e cultivos. Segundo o mapeamento temático das classes de uso da terra na bacia do Rio Caeté, realizado por Viegas (2005), as áreas com mata (vegetação arbórea) predominam em 52,2%, seguido por 41,8% de campo (vegetação herbácea e pastagens cultivadas), 2,2% de solo (solos expostos e afloramentos rochosos), 2,1% de reflorestamento e 1,7% de cultivos.

A atividade agrícola principal na BHC é o cultivo da cebola, associada geralmente com lavouras de feijão e milho em pequenas propriedades. O município de Alfredo Wagner caracteriza-se por uma economia centrada na produção agropecuária e extrativista. Dos 8.824 habitantes, 72% residem na área rural, e atuam principalmente no monocultivo da cebola; são aproximadamente 1.450 famílias que utilizam 4.000 hectares, com uma produção total de 64.000 toneladas/ano, que resulta em 45% da economia local (EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA, 2003).

2.2 Procedimentos metodológicos

A pesquisa iniciou-se com o levantamento bibliográfico e cartográfico. A base cartográfica foi obtida a partir das cartas topográficas, escala 1:50.000, ano 1980, equidistância entre curvas de nível 20 metros, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (Tabela 1).

O *software Spring 4.3.2* desenvolvido na Divisão de Processamento de Imagens (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) foi utilizado para a integração das informações em um SIG (Sistema de Informação Geográfica), em um banco de dados geográficos. As atividades de processamento compreenderam principalmente a elaboração do modelo digital do terreno e na obtenção dos parâmetros morfométricos, área e comprimento dos cursos fluviais e da bacia. O SIG permitiu a entrada, o armazenamento, o



Bacia Hidrográfica do Caeté

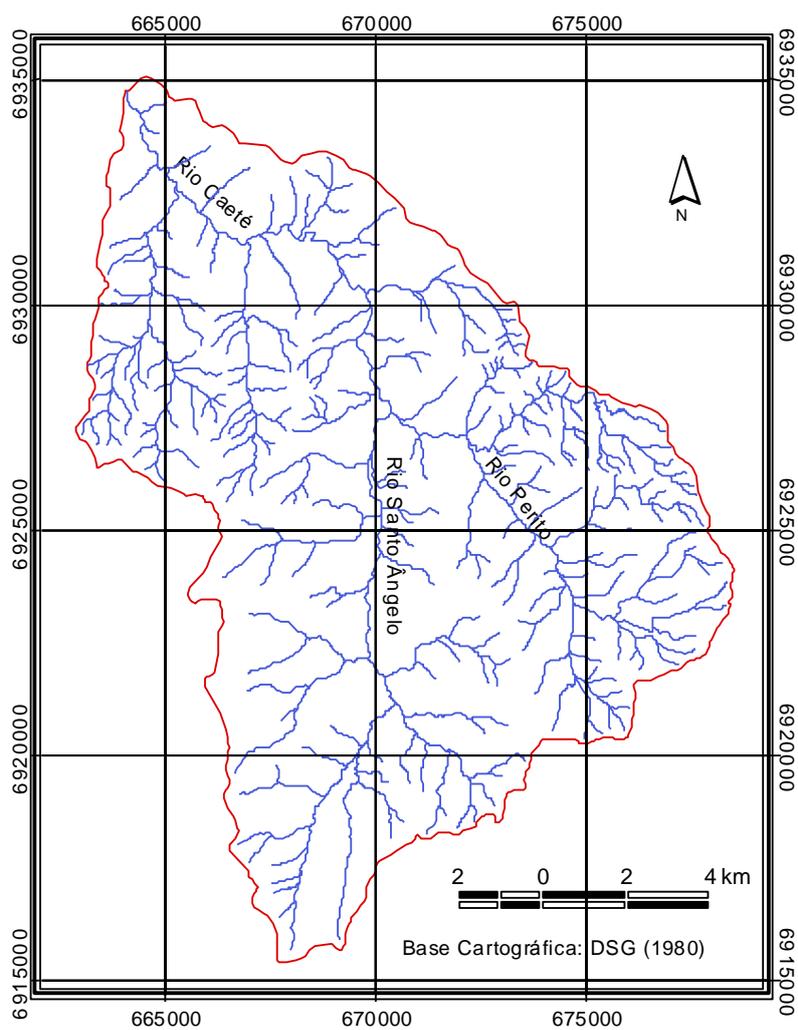


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do Caeté

processamento e a integração das informações geográficas.

A rede fluvial foi hierarquizada de acordo com Strahler (1957), que eliminou a subjetividade da classificação proposta por Horton (1945). A metodologia adotada para a análise morfométrica da BHC seguiu a proposta de Horton, divulgada na literatura, principalmente nos trabalhos de Christofolletti (1980) e Zãvoianu (1985).

Na Tabela 2, expõe-se resumidamente os princípios básicos das quatro leis de Horton (1945), isto é, lei de número de canais, lei de

comprimento de canais, lei de declividade e lei de área da bacia de canais. Além disso, a curva hipsométrica da bacia foi elaborada com base em Villela e Mattos (1975), para representar a variação da elevação dos vários terrenos.

Os parâmetros morfométricos lineares e areares obtidos foram área (A), perímetro (P) e comprimento da bacia (L), considerando-se o comprimento do rio principal da foz até sua nascente, mais à distância em linha reta de sua nascente até o divisor de água, segundo Christofolletti (1980). Também foram considerados os índices de forma da bacia ou

Tabela 1: Descrição das cartas topográficas utilizadas

MI	Índice de nomenclatura	Nome da folha	Editor	Escala
2908-1	SG.22-Z-D-IV-1	Alfredo Wagner	IBGE	1:50.000
2908-2	SG.22-Z-C-IV-2	Rancho Queimado	IBGE	1:50.000
2908-3	SG.22-Z-C-IV-3	Bom Retiro	IBGE	1:50.000
2908-4	SG.22-Z-C-IV-4	Anitápolis	IBGE	1:50.000

Tabela 2: Resumo das leis de Horton (1945)

Leis de Horton	Parâmetro	Equação	Legenda	Observação
Lei do Número de Canais	R_b = taxa de bifurcação	$R_b = \frac{N_w}{N_{w+1}}$	N_w é o número de segmento da ordem analisada. N_{w+1} é o número de segmento da ordem seguinte.	O número de segmentos de ordens sucessivamente inferiores de uma bacia dada tende a formar uma progressão geométrica, que começa com o único segmento de ordem mais elevado e cresce segundo uma taxa constante de bifurcação.
Lei do Comprimento de Canais	R_L = taxa de comprimento	$R_L = \frac{\bar{L}_{w+1}}{L_w}$	L_w é o comprimento médio da ordem analisada. L_{w+1} é o comprimento médio dos canais da ordem seguinte.	O comprimento médio dos segmentos de ordens sucessivas tende a formar uma progressão geométrica, cujo primeiro termo é o comprimento médio dos segmentos de primeira ordem e tem por razão uma relação de comprimento constante.
Lei da Declividade de Canais	R_s = taxa de declividade média	$R_s = \frac{\bar{S}_w}{S_{w+1}}$	S_w é a declividade média da ordem analisada. S_{w+1} é a declividade média da ordem seguinte.	Em uma determinada bacia, há uma relação definida entre a declividade média dos canais de certa ordem e a dos canais de ordem imediatamente superior, que pode ser expressa por uma série geométrica inversa, na qual o primeiro termo é a declividade média dos canais de primeira ordem e a razão é a relação entre os gradientes dos canais.
Lei da Área da Bacia de Canais	R_a = taxa de área	$R_a = \frac{\bar{A}_{w+1}}{A_w}$	\bar{A}_w é a área média das bacias de cada canal da ordem analisada.	As áreas médias das bacias de segmentos de canais de ordem sucessivos tendem a formar uma progressão geométrica, cujo primeiro termo é a área média das bacias de primeira ordem e a razão de incremento constante é a taxa de área.

de compactidade ($K_c=0,28 P/\sqrt{A}$), fator de forma ($K_f=A/L^2$), densidade de drenagem ($D_d=L_r/A$), densidade de rios ($D_r=N_r/A$), densidade de segmentos da bacia ($F_s=N_r/A$) ($F_s=0,694D_d^2$), comprimento total dos cursos fluviais (L_r), número total de segmentos/rios, segundo hierarquização de Strahler (1957) (N_r).

A carta de declividade foi elaborada com base nas classes de declividade proposta por Larach et al. (1984), subdivididas em 7 classes, sendo: 0 a 3%; 3 a 8%; 8 a 13%, 13% a 20%; 20 a 45%, 45 a 75% e > 75%.

A realização de trabalhos de campo visou ao reconhecimento das características hidrogeomorfológicas da BHC, assim como ao confronto das informações obtidas no levantamento bibliográfico, cartográfico e na análise morfométrica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Morfogênese

Os processos geomorfológicos da região começaram no início do permiano médio, quando a Bacia do Paraná consistia praticamente em uma plataforma plana, com declive muito suave. A sedimentação respondia a flutuações do nível do mar, à subsidência, à compactação diferencial e à provável influência de uma longínqua glaciação continental. Os rios corriam em direção às áreas costeiras e, onde a subsidência era relativamente mais intensa e as condições de suprimento sedimentar eram favoráveis, desenvolveram-se deltas. Planícies costeiras estendiam-se desde o Rio Grande do Sul, passando pelo sul de Santa Catarina até o norte do Paraná. No sul de Santa Catarina, observa-se ter existido uma região de relevo acentuado bordejando a bacia, que foi parcialmente preservado na área de Criciúma e Alfredo Wagner (MEDEIROS; THOMAZ FILHO, 1973).

O Rio Itajaí-Açu, através da erosão regressiva a partir do litoral, alcançou os sedimentos gondwânicos inclinados para sudoeste, implementando suas cabeceiras na

Serra Geral. A rede hidrográfica surgiu moldando as estruturas que se encravaram fortemente nas camadas permianas.

Os patamares de relevos residuais de topo plano (chapadas), limitados por escarpas, devem-se às rochas de diferentes resistências à erosão, como arenitos mais resistentes e os folhelhos mais erosivos. Estes (folhelhos), em estratos de estrutura frágil e quebradiça, são encontrados em abundância na camada subsuperficial dos solos locais (SEIBT, 2002).

A deposição ou sedimentação das rochas ígneas, metamórficas e sedimentares deu-se em estratos ou camadas horizontais, daí a denominação de rochas estratificadas. Os espaços que separam estas camadas são de grande importância na chamada erosão diferencial, ou seja, há um trabalho desigual da erosão, atuando sobre materiais com diferentes graus de resistência que justificam a variância do relevo local. Esta heterogeneidade de ações e de materiais refletiu-se na morfologia e nas condições físicas dos solos resultantes (SEIBT, 2002). Ocorre assim, devido à erosão, uma grande amplitude altimétrica entre os topos dos morros e os fundos dos vales, sendo que nas menores altitudes estão as áreas de maior fertilidade natural e os rios (SANTA CATARINA, 1986).

Também ocorrem na região depósitos colúvio-aluvial, formados basicamente por sedimentos areno-argilosos com grânulos e seixos com litologias predominantemente quartzíticas, que são depositadas em fluxos de regimes torrenciais (HERRMANN; ROSA, 1991). Em diversos pontos da bacia do Caeté, pode-se observar a ocorrência da deposição de sedimentos inconsolidados, caracterizados principalmente por seixos e matacões.

A forma das encostas resultantes de processos erosivos e/ou deposicionais no tempo, pode apresentar-se, de maneira geral, de quatro formas: côncavas (curvas de nível direcionadas para cima), convexas (curvas de nível direcionadas para baixo), retilíneas e escarpadas (curvas de nível paralelas e retilizadas entre si).

3.2 Morfometria

A BHC hierarquizada apresentou grandeza de 5ª ordem. Os resultados obtidos para as leis de Horton (1945) são mostrados na Tabela 3. O valor médio do coeficiente da Taxa de Bifurcação (Rb) é 4,0. Este valor é altamente consistente, considerando que o

resultado esperado deve estar entre 3 e 5. A média da taxa de comprimento (RL) é de 2,3 para a BHC estando assim dentro dos parâmetros aceitáveis. A maior diferença observada no cálculo da RL é nos segmentos de ordem 1 e 4, onde se têm valores mais distantes de 2 (1,6 e 3,3, respectivamente).

Tabela 3: Resultados da aplicação das leis de Horton para a Bacia do Rio Caeté

Ordem (w)	Nw	$\log_{10} Nw$	Rb	Lw media m	$\log_{10} Lw$	RL	Sw media	$\log_{10} Sw$	Rs	Área total km ²	Aw media km ²	$\log_{10} Aw$	Ra
1º	252	2,40	4,3	718,3	2,9	1,6	0,194	-0,7	1,4	92,40	0,4	-0,4	4,4
2º	58	1,76	4,8	1126,3	3,1	1,9	0,135	-0,9	1,4	92,56	1,6	0,2	4,2
3º	12	1,08	3,0	2122,4	3,3	2,2	0,099	-1,0	2,3	80,70	6,7	0,8	4,3
4º	4	0,60	4,0	4698,9	3,7	3,3	0,042	-1,4	5,5	115,84	29,0	1,5	5,7
5º	1	0,00		15666,0	4,2		0,008	-2,1		163,76	163,8	2,2	
Média			4,0			2,3			2,7				4,6

NOTA: Nw é o número de canais; Rb é a taxa de bifurcação; Lw é o comprimento médio; RL é a taxa de comprimento; Sw é a declividade média; Rs é a taxa de declividade; Aw é área média; e Ra é a taxa de área.

A média da Rs é igual a 2,7 sendo moda 1,4. O valor médio da Taxa de Área para a BHC exposta na Tabela 2 é igual a 4,6. Pode-se dizer que se tem um valor relativamente constante entre as ordens, como prediz a Lei de Horton.

Na Figura 2, expõe-se os resultados obtidos para as quatro Leis de Horton, lei de número de canais, lei de comprimento de canais, lei de declividade e lei de área da bacia de canais, que permitem concluir sua validade para a BHC.

A forma da BHC contribui significativamente para a ocorrência de enchente na bacia do Rio Caeté, representada pelo valor do índice de compacidade, do fluxo fluvial (Tabela 4).

A densidade de rios e a densidade de drenagem revelaram que a bacia apresenta em média 1,5 km/km², e 1,9 segmentos de rio/km², respectivamente, o que caracteriza uma área bem drenada.

Na Figura 3, verifica-se uma grande diferença altimétrica na bacia, representada por 1.293 metros, a cota de maior altitude é de 1.773 metros e a de menor 480 metros, diferença bem significativa. A altitude média e

a mediana da bacia são de 902,6 e 1.126,5 metros, respectivamente.

A grande diferença altimétrica reflete em cursos fluviais encachoeirados, com grandes gradientes, favorecendo os processos de transporte de sedimentos fluviais. O Rio Caeté possui uma extensão de 27.193 metros e uma amplitude altimétrica de 1.114 metros entre sua nascente principal e a exutória, o que corresponde a um gradiente de canal de 40,97 m/km, ou seja, em média, tem-se que a cada um quilômetro de extensão do rio principal há uma amplitude altimétrica de aproximadamente quarenta e um metros, o que confirma a existência de cursos fluviais com um grande número de corredeiras, saltos e cachoeiras, assim como o elevado número de nascentes. As densidades de segmentos da bacia, independentemente do método, apresentaram valores expressivos, mostrando um grande número de cursos fluviais na BHC. Nas regiões hipsometricamente mais baixas, aparecem rochas mais antigas, do período Permiano da era Paleozóica, do Super-Grupo Tubarão, através do Grupo Itararé, pela formação Rio do Sul, com seus folhelhos, argilitos, siltitos e arenitos. Na montante destas, na porção oeste da bacia, ocorre o

aparecimento da formação Rio Bonito e Palermo, ambos do Grupo Guatá, pertencentes ao Super-Grupo Tubarão (CASTRO et al., 1994).

À medida que se segue a montante e, com o aumento das altitudes, principalmente

na porção leste que compreende a sub-bacia do Rio Santo Anjo, encontram-se mudanças nas formações geológicas com o aparecimento do Grupo Passa Dois (Período Permiano da Era Paleozóica), que compreende cronologicamente as formações Irati, Serra

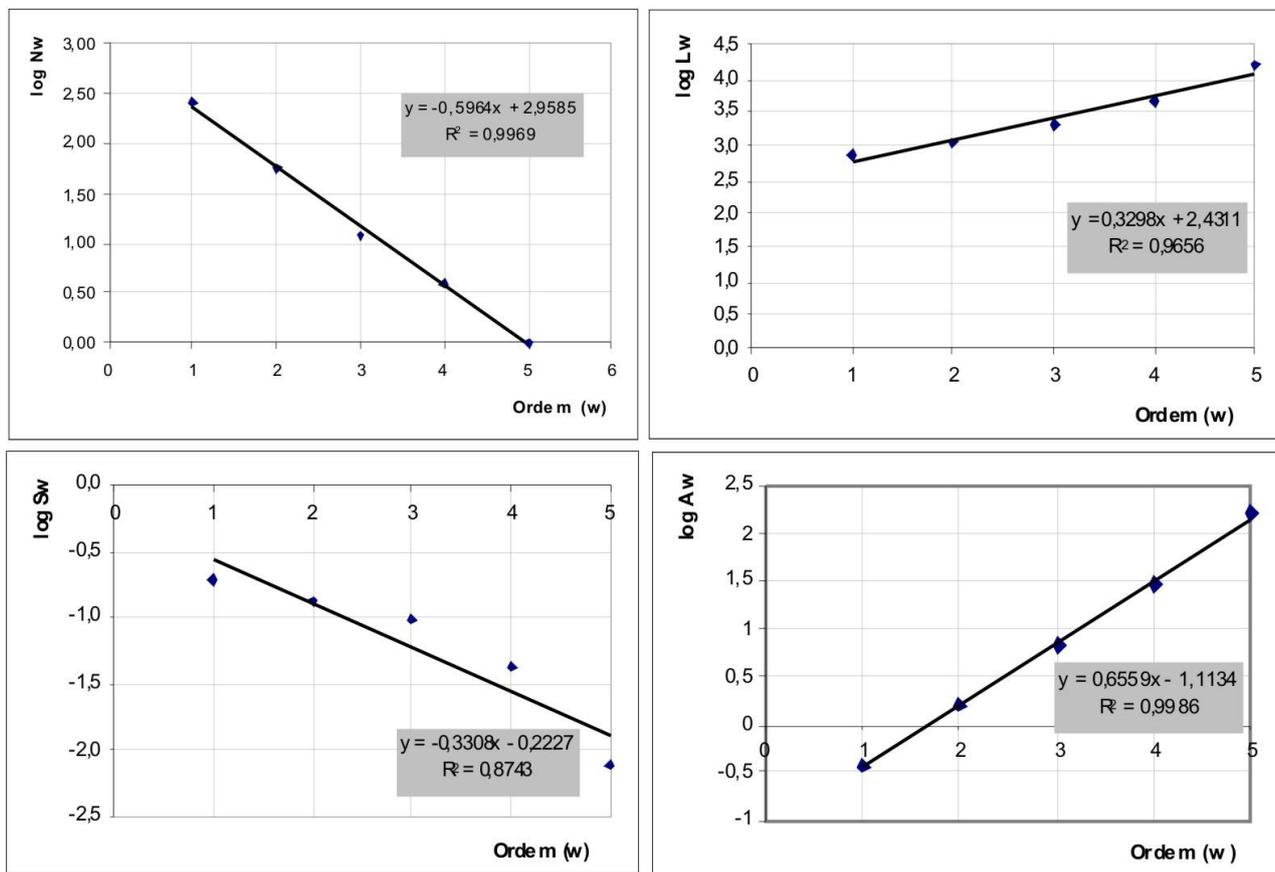


Figura 2: Número de ordem (w) e o logaritmo do número de canais (Nw), do comprimento médio de canais (Lw), da declividade dos canais (Sw) e da área média das bacias de canais (Aw) para a bacia hidrográfica do Caeté.

Tabela 4: Índices da BHC

Índice		Valores Obtidos
1. Área (A)		163,87 km ²
2. Perímetro (P)		62,47 km
3. Comprimento da bacia (L)		15,75 km
4. Forma da bacia ou índice de compacidade	$K_c = 0,28 P/\sqrt{A}$	1,37
5. Fator de forma	$K_f = A/L^2$	0,66
6. Densidade de drenagem (Dd)	$Dd = L_t/A$	1,95 km/km ²
7. Densidade de rios (Dr)	$Dr = N_t/A$	1,54 rios/km ²
8. Densidade de segmentos da bacia (F _S)	a) $F_S = N_t/A$	1,99 segmentos/km ²
	b) $F_S = 0,694Dd^2$	2,64 segmentos/km ²
9. Comprimento total dos cursos fluviais (L _t)		319,32 km
10. Número total de segmentos, segundo hierarquização de Strahler		327 segmentos

NOTA: (1) O comprimento da bacia foi obtido considerando o comprimento do rio principal, da foz até sua nascente, mais a distância em linha reta de sua nascente até o divisor de água (ver Christofoletti, 1980); e (2) N_t é o número total de rios.

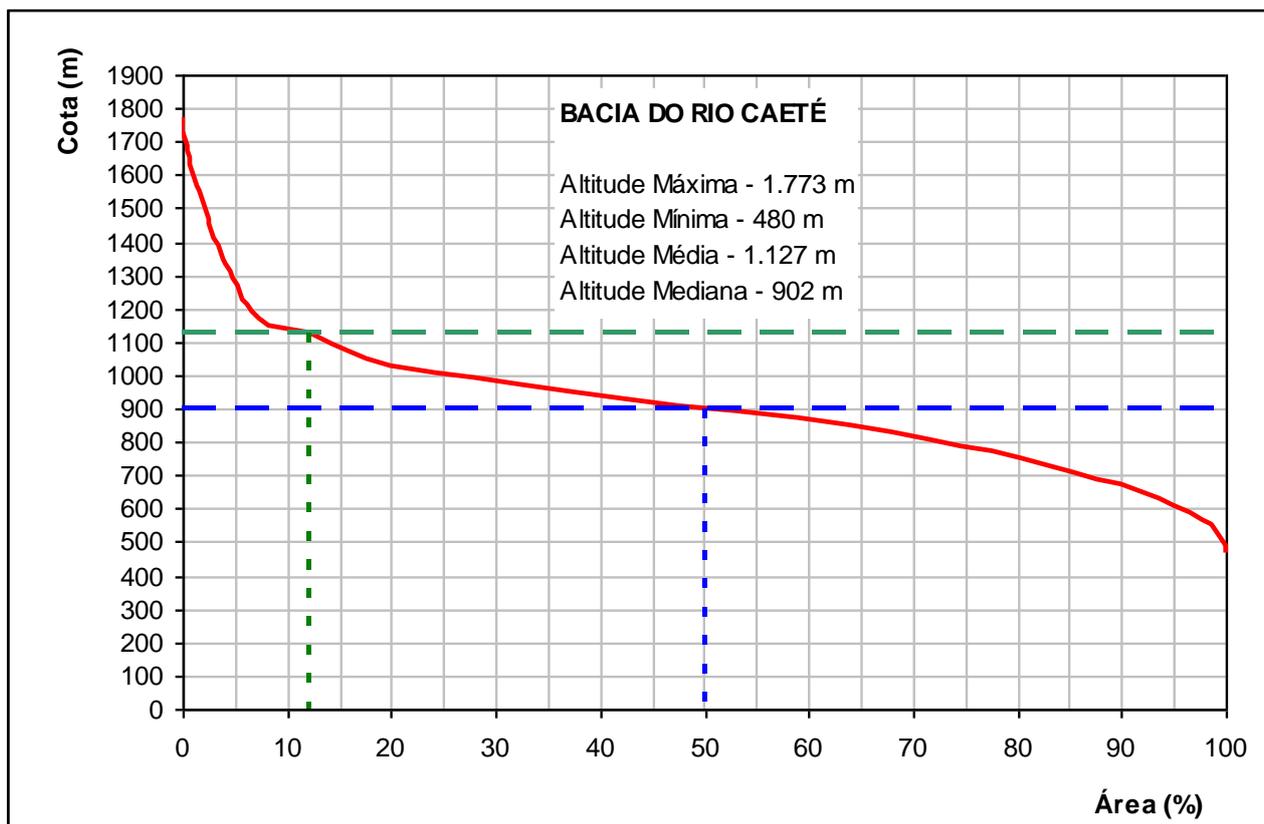


Figura 3: Curva hipsométrica da bacia hidrográfica do Caeté.

Alta, Teresina e Rio do Rastro. Nos pontos mais elevados, encontra-se o surgimento do Grupo São Bento, através das formações Botucatu e Serra Geral, pertencente a feições geológicas mais recentes dos períodos Triássico, Jurássico e Cretáceo da era Mesosóica (CASTRO et al., 1994).

3.3 Aspectos hidrogeomorfológicos e pedológicos da BHC

A paisagem é representada por escarpas, interrompidas por patamares, na qual a dinâmica da água favorece o desenvolvimento de cursos fluviais. Quanto aos tipos de modelado, a área de estudo apresenta intensa dissecação do terreno com patamares e vales estruturais. São encontrados na bacia modelados de dissecação do tipo escarpado, colinoso e morraria ou outeiros (Figura 4). Esse tipo de modelado apresenta forte incisão dos vales junto às encostas íngremes, tornando-se mais susceptível a movimentos de massa.

As vertentes retilíneas predominam na BHC, com a presença de vertentes côncavas e convexas. Os vales em “V” são caracterizados pelo sistema de drenagem encaixada, com escoamento superficial de alta velocidade e energia, resultando em processo de erosão, inicialmente laminar, podendo evoluir à erosão por sulcos e voçorocas.

As declividades acima de 45% representam aproximadamente 20% da área da bacia. As declividades na BHC são acentuadas, estando as maiores declividades localizadas principalmente nas nascentes do Rio Santo Anjo. O relevo na bacia hidrográfica do Caeté é extremamente dissecado (Figura 5 e Tabela 5).

Na Figura 6 e na Tabela 6, verificam-se os tipos de solos e suas principais características, de acordo com a classificação de solos proposta pela EMBRAPA (1999). Os solos predominantes na BHC são os CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico típico, com horizonte A moderado e textura argilosa. Os solos do tipo CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico possuem argila de

atividade baixa (Tb) e baixa saturação por bases na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B; genericamente, são friáveis e possuem baixa atividade coloidal (EMBRAPA, 1999).

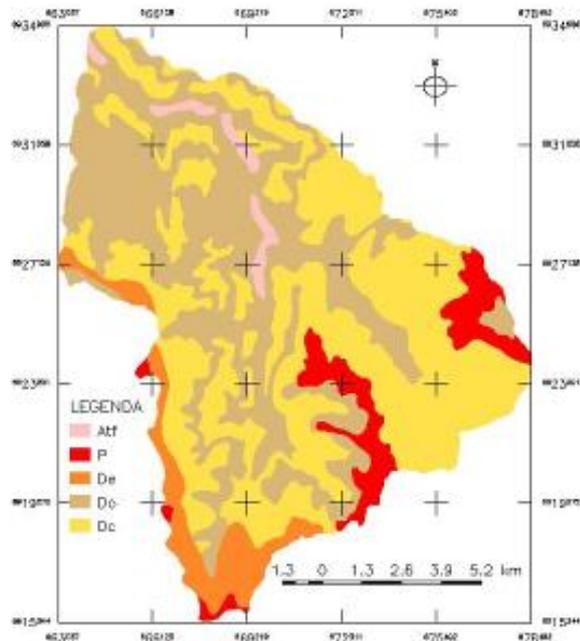


Figura 4: Tipo de modelado do terreno: (1) de Dissecção: Dc – colinoso; Do – morraria ou outeiros; De – escarpado; (2) de Acumulação: Atf – terraço fluvial. (3) de Aplainamento: P – Superfície plana. Fonte: Shimizu et al. (1995a)

De modo geral, os solos na bacia do Rio Caeté apresentam de grande à severa suscetibilidade à erosão hídrica, considerando a quantidade e velocidade das águas das chuvas que incidem e escorrem sobre o solo e a resistência ou erodibilidade do solo como causa passiva ou facilitadora da erosão (MENDES, 1982).

A hidrografia na bacia é caracterizada por uma significativa densidade de drenagem. A grande diferença altimétrica na bacia propicia a existência de cursos fluviais encachoeirados, com saltos e corredeiras que favorecem os processos de erosão e transporte de sedimentos.

A produção de sedimento na bacia do Rio Caeté é favorecida pelo predomínio de solos rasos e altas declividades que favorecem o escoamento concentrado e

consequentemente a erosão e produção de sedimentos.

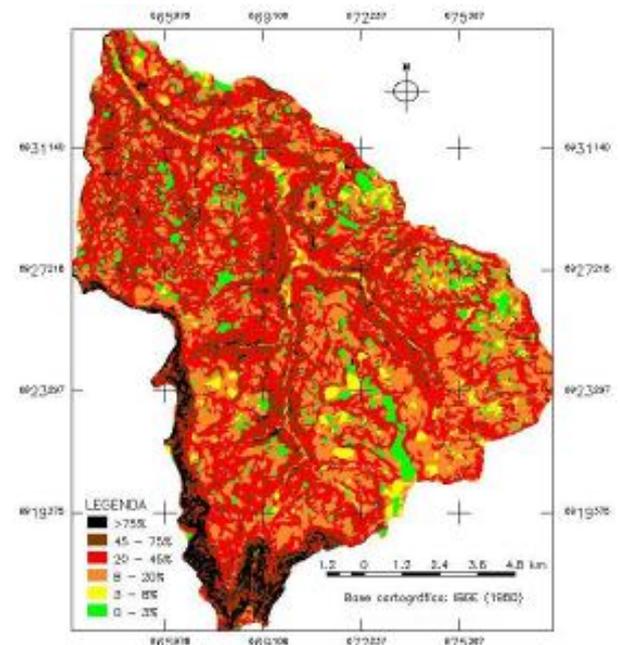


Figura 5: Declividade na bacia hidrográfica do Caeté

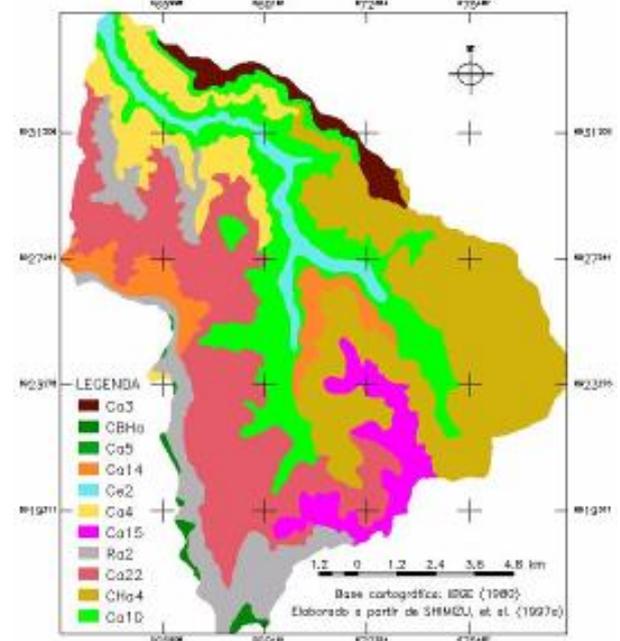


Figura 6: Solos na bacia hidrográfica do Caeté. Fonte: SHIMIZU et al., (1995c)

A Figura 7 mostra uma visão parcial das principais unidades do relevo presente na BHC. Os processos erosivos são influenciados pela forma do relevo, pois os sedimentos erodidos das vertentes pela ação da água são transportados em sua maioria para níveis

patamares, ou seja, superfícies planas ou levemente inclinadas interrompem a continuidade do declive da vertente (controle geológico), principalmente para as planícies de inundações e os terraços fluviais.

O relevo é fortemente ondulado com encostas íngremes, patamares e vales estruturais, onde atividades de uso inadequado do solo na bacia tornam mais suscetíveis as ocorrências dos processos erosivos. Na bacia,

encontram-se depósitos colúvio-aluvial, formados em fluxos de regimes torrenciais. A dissecação da paisagem física está associada, principalmente à erosão diferencial.

Para a prática agrícola na bacia, os agricultores buscam utilizar os terrenos mais planos, localizados geralmente próximos aos cursos fluviais, associados, principalmente, a planícies de inundações e a patamares intermediários dos interflúvios.

Tabela 5: Áreas das classes de declividade da BHC

Classe de Declividade	Área (km ²)	% Total da BHC
0 – 3 %	10,52	6,4
3 – 8 %	6,68	4,1
8 – 20 %	43,79	26,7
20 – 45 %	70,43	43
45 – 75 %	24,57	15
> 75 %	7,96	4,8
Total	163,95	100

Tabela 6: tipos de solo na Bacia Hidrográfica do Caeté

Tipo de Solo	Principais características	Área (km ²)	% Total da BHC
Ca3	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico típico, horizonte A moderado, textura argilosa, álico, fase pedregosa e não pedregosa, floresta tropical perenifólia, relevo suave ondulado.	3,96	2,41
Ca4	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico típico, horizonte A moderado, textura argilosa cascalhenta, álico, fase floresta tropical perenifólia, relevo forte ondulado.	11,67	7,12
Ca5	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico típico, horizonte A moderado, textura argilosa, álico, fase floresta tropical perenifólia, relevo montanhoso e forte ondulado.	0,06	0,04
Ca10	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico típico, horizonte A moderado, textura argilosa, álico, fase floresta tropical/subtropical perenifólia, relevo forte ondulado e ondulado.	29,02	17,7
Ca14	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb típico, fase relevo forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO latossólico, fase relevo ondulado, ambos distróficos, A moderado, textura argilosa, álicos, fase floresta tropical/subtropical perenifólia.	7,37	4,5
Ca15	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb típico, textura argilosa, fase relevo forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO latossólico, textura argilosa, fase relevo ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO textura média/argilosa, fase relevo ondulado, todos A moderados, álicos, fase floresta tropical/subtropical perenifólia.	8,22	5,01
Ca22	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb típico, textura argilosa + ARGISSOLO ACINZENTADO, textura média/argilosa, ambos A moderados, álicos, fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado e ondulado.	37,97	23,16
Ce2	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb, textura argilosa + NEOSSOLOS LITÓLICOS, textura média, ambos eutróficos típicos, A moderado, fase pedregosa, floresta subtropical perenifólia, relevo forte ondulado (substrato de rochas efusivas da Formação Serra Geral).	5,83	3,55
Ra2	Associação de NEOSSOLOS LITÓLICOS, fase pedregosa, relevo montanhoso (substrato rochas do Grupo Itajaí) + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb, relevo forte ondulado e montanhoso, ambos A moderados, terxtura argilosa, álicos, fase floresta tropical/subtropical perenifólia.	15,58	9,5
CHa4	Associação de CAMBISSOLO HÚMICO Tb + NEOSSOLO LITÓLICO húmico, ambos distróficos típicos, textura média e argilosa, álicos, fase relevo ondulado e forte ondulado.	43,26	26,39
CBHa	CAMBISSOLO HÚMICO Tb Distrófico típico, textura muito argilosa, álico, fase relevo suave ondulado e ondulado.	1,01	0,62
TOTAL		100	100

Fonte: EMBRAPA, 1999 (apud, SHIMIZU et al.; 1995c)

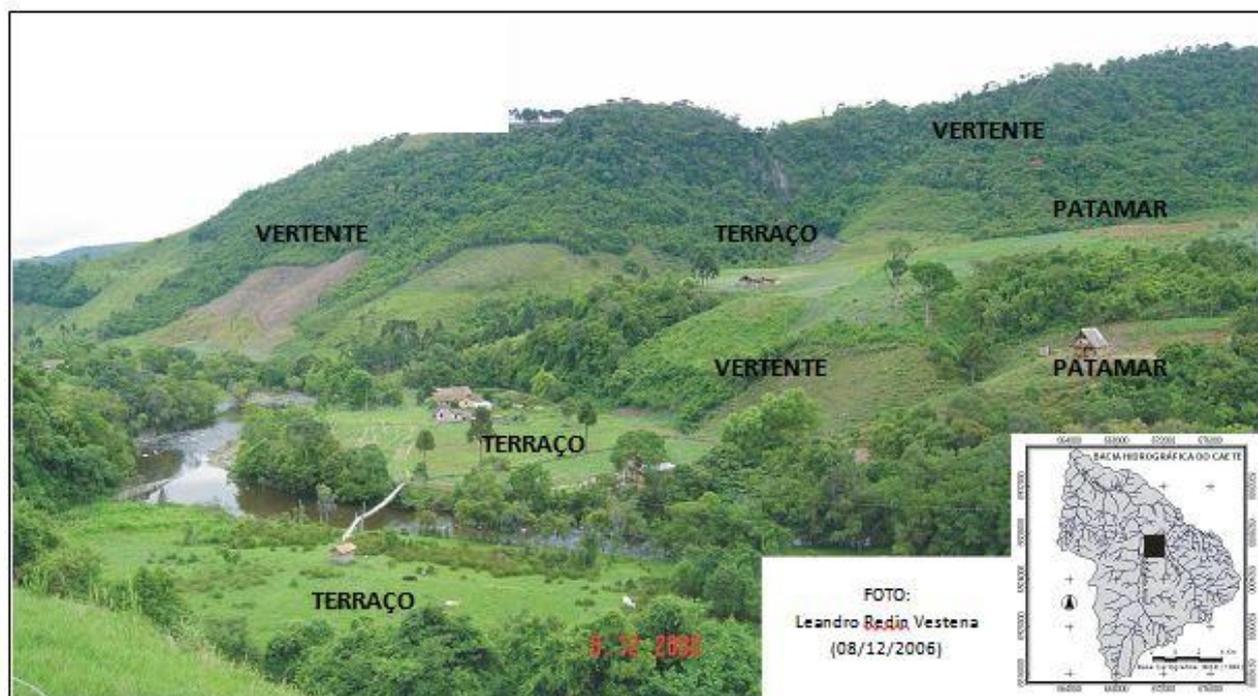


Figura 7: Unidades do relevo: visão parcial do vale do Rio Perito próximo a sua foz com o Rio Santo Anjo, porção central da bacia do Rio Caeté.

4 CONCLUSÕES

Os índices morfométricos formam uma base consistente de dados que facilitam a compreensão do relacionamento entre as propriedades físicas da rede de drenagem e suas propriedades dinâmicas, permitindo bons resultados de análise das características hidrogeomorfológicas da BHC.

A paisagem na BHC é representada por escarpas, interrompidas por patamares e vales estruturais. O relevo é dissecado do tipo montanhoso, escarpado, colinoso e morraria, com forte incisão dos vales e encostas íngremes.

Na BHC, as características hidrogeomorfológicas e pedológicas naturais já apresentam elevado grau de limitação do uso do solo.

A hidrografia é caracterizada por uma significativa densidade de drenagem e por rios encachoeirados, com saltos e corredeiras que favorecem os processos de erosão e o transporte de sedimentos. A forma da BHC contribui para a concentração do deflúvio e a ocorrência de enchente e inundações na bacia do Rio Caeté.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. Análise de dados hidrológicos da região do município de Alfredo Wagner/SC. 2004. 95 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- BRASIL. Lei Federal n.º 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 9 jan. 1997.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: E. Blucher, 1980.
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B da (Org.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 93-148.
- CASTRO, J. C.; BORTOLUZZI, C. A.; CARUSO JÚNIOR, F.; KREBS, A. S. Coluna

- White: estratigrafia da bacia do Paraná no sul do estado de Santa Catarina - Brasil. Florianópolis: Secretaria de Estado de Tecnologia, Energia e Meio Ambiente, 1994. 1 v. (Série Textos Básicos de Geologia e Recursos Minerais de Santa Catarina, 4).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 1999.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. Plano Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável. Santa Catarina, 2003.
- HERRMANN, M. L. de P.; ROSA, R. de O. Mapeamento temático do município de Florianópolis - Geomorfologia. Florianópolis: IPUF/IBGE, 1991.
- HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological Society of America bulletin, New York, v. 56, no. 3, p. 275-370, 1945.
- LARACH, J. O. I. et al. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná. Convênio. SUDESUL-EMBRAPA. Boletim Técnico IAPAR, Curitiba, n. 57, 1984.
- MEDEIROS, R. A.; THOMAZ FILHO, A. Fácies e ambientes deposicionais da Formação Rio Bonito. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27., 1973, Aracaju. Anais... Aracaju: Sociedade Brasileira de Geologia, 1973. v. 3. p. 3-11.
- MONTEIRO, C. A. F. O clima da região Sul: geografia regional do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1963.
- MENDES, W. Relação entre os graus de limitações do uso do solo por suscetibilidade à erosão e às unidades de mapeamento do solo. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 44, no. 3, p. 445-476, jul./set. 1982.
- SACHET, Z. P. Levantamento edafoclimatológico da microbacia do Rio Caeté. Florianópolis: FAPEU, 1994. (Documento Técnico, n. 20).
- SANTA CATARINA. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Atlas do Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro, 1986.
- SEIBT, C. R. As práticas rurais, a água e o processo participativo no município de Alfredo Wagner/SC. 2002. 216 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- SHIMIZU et al. Síntese temática: geologia. In: _____. Projeto Gerenciamento Costeiro: 2ª Fase. Florianópolis: IBGE, 1995a.
- SHIMIZU et al. Síntese temática: geomorfologia. In: _____. Projeto gerenciamento costeiro: 2ª fase. Florianópolis: IBGE. 1995b.
- SHIMIZU et al. Síntese temática: solos. In: _____. Projeto gerenciamento costeiro: 2ª fase. Florianópolis: IBGE. 1995c.
- SILVEIRA, A. L. L. da. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. Hidrologia ciência e aplicação. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 35-51.
- STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions: American Geophysical Union, Washington, D.C., v. 38, no. 6, p. 913-920, 1957.
- STRAHLER, A. N. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: CHOW, V. T. (Ed.). Handbook of applied hydrology. New York: Mc-Graw-Hill, 1964.

VIECILI, F. L. Mapeamento temático do uso e cobertura do solo na bacia do Caeté, município de Alfredo Wagner, SC. Florianópolis, 2005. 197 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

ZĂVOIANU, I. Morphometry of drainage basins. New York: Elsevier, 1985.

Data de submissão: 13.2.2010

Data de aceite: 19.7.2010