



Alerta: Os artigos publicados nesta seção não são avaliados por pares e não são indexados. A intenção da seção ECNT é prover um espaço para divulgação de dados e estudos de interesse local, sem caráter científico. Sendo assim, a Revista Águas Subterrâneas não se responsabiliza pelo conteúdo publicado.

Disclaimer: Articles published in this section are not peer-reviewed and are not indexed. The intention of the ECNT section is to provide a space for the dissemination of data and studies of local interest, with no scientific character. Therefore, Revista Águas Subterrâneas is not responsible for this content.

Uso e ocupação do solo e caracterização morfométrica de microbacia na região centro-sul paranaense

Soil use and occupation and morphometric characterization of microbasin in the central south paranaense region

Darlin Henrique Ramos de Oliveira¹; Matheus Gabriel Acorsi²; Danrley Antônio Smaniotto² ✉

¹ Mestrando em Agroecossistemas, Engenheiro Agrônomo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná.

² Engenheiro Agrônomo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná.

✉ darlin.agro@gmail.com, 1matheusacorsi@gmail.com, danrleysmani@hotmail.com

Resumo

Palavras-chave:

Zona ripária, geoprocessamento, erosão.

A exploração desordenada dos recursos naturais, o uso inadequado dos solos, atrelado ao uso abusivo de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos vem provocando inúmeros problemas ambientais, principalmente em áreas de nascentes e várzeas, comprometendo a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos. Estudos em nível de microbacia hidrográfica podem trazer informações importantes para o correto manejo e adequação dos problemas encontrados. Com este intuito, o objetivo do presente trabalho foi realizar o estudo do uso e ocupação do solo, bem como a definição das características morfométricas da microbacia do rio Guarani, localizada na área rural do município de Quedas do Iguaçu - PR. Para isto, realizou-se a elaboração de quatro diferentes mapas, sendo eles: mapa da rede de drenagem, mapa da área de preservação permanente (APP), mapa de uso e ocupação do solo e o mapa do relevo da microbacia. Realizou-se também a análise morfométrica da microbacia. Destaca-se a existência de irregularidades na microbacia em estudo que com o manejo adequado podem ser corrigidos no intuito de prezar pela qualidade da água e na contenção de possíveis processos erosivos.

Keywords

Riparian zone, geoprocessing, erosion.

Abstract

Disorganized exploitation of natural resources, inadequate use of land, associated with abusive use of fertilizers, correctives and agrochemicals has been causing several environmental issues, especially in areas of springs and meadows, harming the quality and quantity of water resources. Studies at the microbasin level can provide important information to the correct management and adequacy of the problems encountered. The aim of the present study was to study soil use and occupation, as well as to define the morphometric characteristics of the river Guarani basin, located in the rural area of Quedas do Iguaçu, Paraná, Brazil. In order to do so, four different maps were elaborated: the drainage network map, the permanent preservation area (APP) map, soil use and occupation map, and the slope of the microbasin map. In addition, the morphometric analysis of the microbasin were performed, providing substantial data for further analysis. It should be noted that there are some irregularities in the microbasin under study that could be solved with proper management in order to preserve water quality and mitigate erosive processes.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v32i2.29114>

1. INTRODUÇÃO

A água é a riqueza natural mais importante, sendo essencial a recursos como a fauna e a flora, desempenhando funções diretamente relacionadas com a manutenção da vida, saúde e bem-estar do homem. Atualmente com a crescente discussão sobre preservação do meio ambiente e o uso sustentável dos recursos naturais, a utilização racional da água é pauta de inúmeros eventos, projetos e programas voltados para o desenvolvimento sustentável nacional e mundial.

A exploração desordenada dos recursos naturais, o uso inadequado dos solos, o desmatamento irracional e o uso indiscriminado de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos vem provocando inúmeros problemas ambientais, principalmente em áreas de nascentes e várzeas, comprometendo a qualidade e quantidade dos recursos hídricos (PINTO et al., 2004).

Diante deste cenário, são necessárias ações capazes de mitigar os problemas ocasionados pelas atividades antrópicas, não apenas sob os recursos hídricos, mas sob os recursos naturais como um todo. Com base nisso, se faz necessário o estudo das bacias hidrográficas como unidade de gestão da paisagem e do planejamento ambiental, descrito no Art. 1º da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, na qual cita que "a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos" (BRASIL, 1997).

Dentre uma série de metodologias empregadas no estudo de bacias hidrográficas, a caracterização morfométrica é a mais usual, especialmente em avaliações envolvendo a vulnerabilidade ambiental. As variáveis morfométricas podem revelar indicadores físicos específicos para determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais (ALVES e CASTRO, 2003).

Uma segunda avaliação pertinente, é a caracterização e quantificação dos usos e ocupações dos solos presentes na bacia hidrográfica. Esse fator é de extrema importância no manejo de bacias hidrográficas, sendo capaz de alterar sensivelmente os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais, impactando, especialmente, em parâmetros qualitativos da água de uma bacia (MERTEN e MINELLA, 2002).

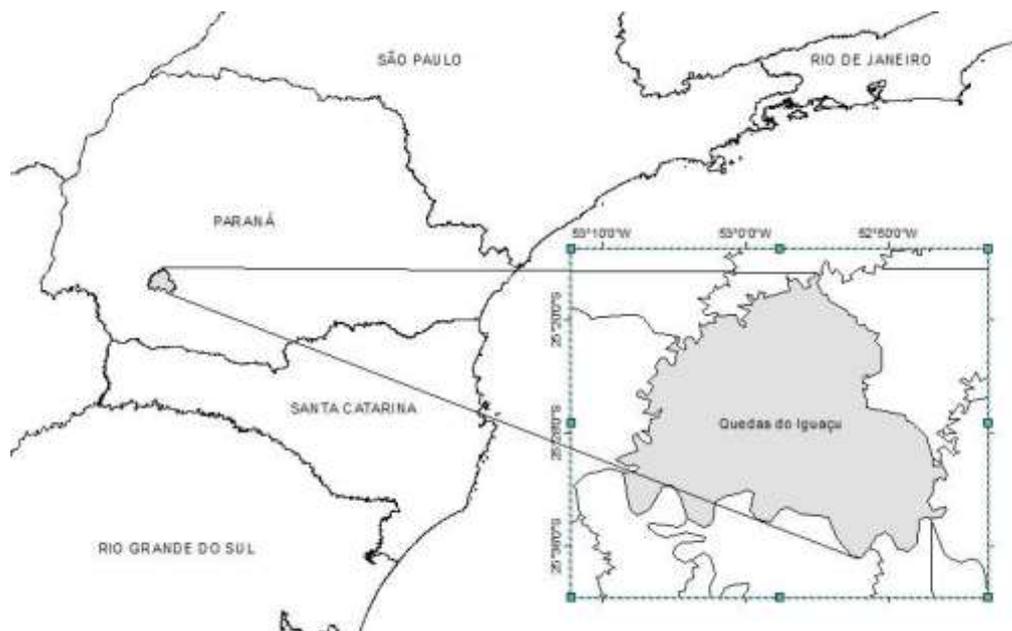
As características físicas e bióticas de uma bacia hidrográfica desempenham papel de importância nos processos do ciclo hidrológico, exercendo interferência na infiltração, no deflúvio, na evapotranspiração e nos escoamentos superficial e subsuperficial. A geomorfologia e o relevo propriamente ditos, agem sobre a taxa de deflúvio, isto é, sobre o regime de produção de água, e conseqüentemente sobre a taxa de sedimentação. O padrão de drenagem da bacia, ou entre termos, o caráter e extensão de seus canais vão exercer influência sobre a disponibilidade de sedimentos e a taxa de formação do deflúvio. A estrutura geológica, também apresenta influência e controle sobre as características físicas da bacia hidrográfica (STIPP et al. 2010).

Desta forma, através do geoprocessamento, o objetivo deste trabalho foi realizar o estudo do uso e ocupação do solo, bem como a definição das características morfométricas da microbacia do rio Guarani, localizada na área rural do município de Quedas do Iguaçu - PR.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia selecionada está localizada no interior do município de Quedas do Iguaçu - PR (Figura 1), localizada na região Centro-sul do estado do Paraná, e abrange o rio Guarani, afluente do rio Iguaçu. A microbacia tem uma área de aproximadamente, 248 hectares localizada entre as coordenadas 25° 29'00"S e 25° 22'00"S e 53° 10'00" e 53° 00'00"O.

Figura 1 – Localização do município de Quedas do Iguaçu no estado do Paraná.



A região Centro-sul do estado do Paraná, em especial a cidade de Quedas do Iguaçu, localiza-se em um ponto estratégico, estando situada próxima a região Oeste e Sudoeste do estado. Tal localização, favorece a compreensão e de maneira geral, traz referência da situação dominante, das principais atividades econômicas desenvolvidas e dos problemas enfrentados em boa parte das microbacias do Paraná.

O clima é classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa) de acordo com a classificação de Köppen. É predominantemente úmido, sem estação seca, com verões quentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão. O solo do município de Quedas do Iguaçu é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico, com horizonte A moderado, textura muito argilosa e relevo suave ondulado (BOGNOLA et al., 2011). Além disso, o município encontra-se em uma região de transição entre a Floresta Estacional Semidecidual (FES) e a Floresta Ombrófila Mista (FOM), sendo assim considerada de grande relevância ecológica (VIANI et al., 2011).

Inicialmente foi realizada a extração das imagens a partir do software Google Earth Pro®. A imagem da bacia foi salva em formato “JPEG”, com resolução 4800x2624 pixels e importada para o software ArcMap® versão 10.2.2.

No software ArcMap® foi efetuado o georreferenciamento da imagem, através da inserção de 10 pontos de controle, bem como o recorte da mesma. Foi utilizada a projeção plana UTM, fuso 22S, e o Datum SIRGAS 2000. Em seguida foi realizada a vetorização manual da microbacia para cada função considerada, a fim de representar o uso e ocupação do solo, sendo identificadas e criadas seis classes para esta análise.

A área de APP (Área de Preservação Permanente) foi estimada com base na rede de drenagem, estipulando-se 30 metros de mata ciliar (mínimo) considerando o atual Código florestal brasileiro. Entretanto, segundo o mesmo código, a largura da mata ciliar está em função do tamanho da propriedade em módulos fiscais. Por não se conhecer o tamanho de cada propriedade oficialmente (área da matrícula no registro de imóveis), este critério foi desconsiderado.

A rede de drenagem foi extraída a partir da imagem de satélite obtida do projeto Topo Data (INPE), a qual é uma derivação do SRTM, sendo a resolução desta imagem de 30 metros. A imagem foi salva no formato “.tiff” e na sequência foi importada no software ArcMap®, na qual foram aplicadas as ferramentas do ArcMap® para extrair a drenagem, sendo realizados os procedimentos para determinar as direções de acumulação de fluxo, a direção do fluxo e a rede hidrográfica.

Após extrair a rede de drenagem foi realizada a sobreposição da imagem obtida do Google Earth®. A partir disto, facilitou-se a identificação de um exutório e na sequência delimitou-se a área total da bacia.

Para a análise morfométrica da bacia, utilizou-se os critérios sugeridos por Christofolletti (1980) (Tabela 1), calculando-se o coeficiente de circularidade (Rc), forma da bacia ou índice de compacidade (Kc), densidade hidrológica total (Dh), densidade de drenagem (Dd), extensão do percurso superficial (Eps), índice de sinuosidade (Is), relação de relevo da bacia (Rr) e a rugosidade topográfica/número de rugosidade (Rt).

Para tais cálculos utilizou-se as fórmulas apresentadas abaixo:

Tabela 1 – Fórmulas utilizadas para cálculo de análise morfométrica de bacia hidrográfica, segundo Christofolletti (1980).

ÍNDICES MORFOMÉTRICOS	
Quanto a forma das bacias	
Coeficiente de Circularidade (Rc) $Rc = \frac{4\pi A}{P^2}$	Forma da bacia ou índice de compacidade (Kc) $Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$
Quanto ao sistema de drenagem	
Densidade hidrológica total (Dh, rios/km ²) $Dh = \frac{n}{A}$	Densidade de drenagem (Dd, km/km ²) $Dd = \frac{Ct}{A}$
Extensão do percurso superficial (Eps, km/km ²) $Eps = \frac{1}{2 \cdot Dd}$	Declividade do rio principal (S1, m/m) $S1 = \frac{Hr_{max} - Hr_{min}}{L}$
Índice de sinuosidade (Is) $Is = \frac{L}{Ev}$	
Quanto ao relevo das bacias	
Relação de relevo da bacia (Rr) $Rr = \frac{\Delta H}{Lb}$	Rugosidade topográfica (N° de rugosidade) Rt $Rt = \Delta H \cdot Dd$

P=perímetro da bacia; A=área da bacia; n=número total de canais; Ct=somatório do comprimento de todos os canais da bacia; Lb=comprimento da bacia; Hrmax=altitude máxima do rio principal; Hrmin= altitude mínima do rio principal; Ev=comprimento do canal principal em linha reta; ΔH=amplitude altimétrica da bacia.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado obteve-se os mapas de uso e ocupação do solo, delimitação da área de APP, mapa de relevo e de rede de drenagem (Figura 2), além da análise morfométrica da microbacia do Rio Guarani no município de Quedas do Iguaçu - PR. A classificação do uso e ocupação do solo é apresentado no mapa e nas tabelas descritas abaixo.

Figura 2 – Mapa da rede de drenagem da microbacia do rio Guarani, Quedas do Iguaçu - PR.

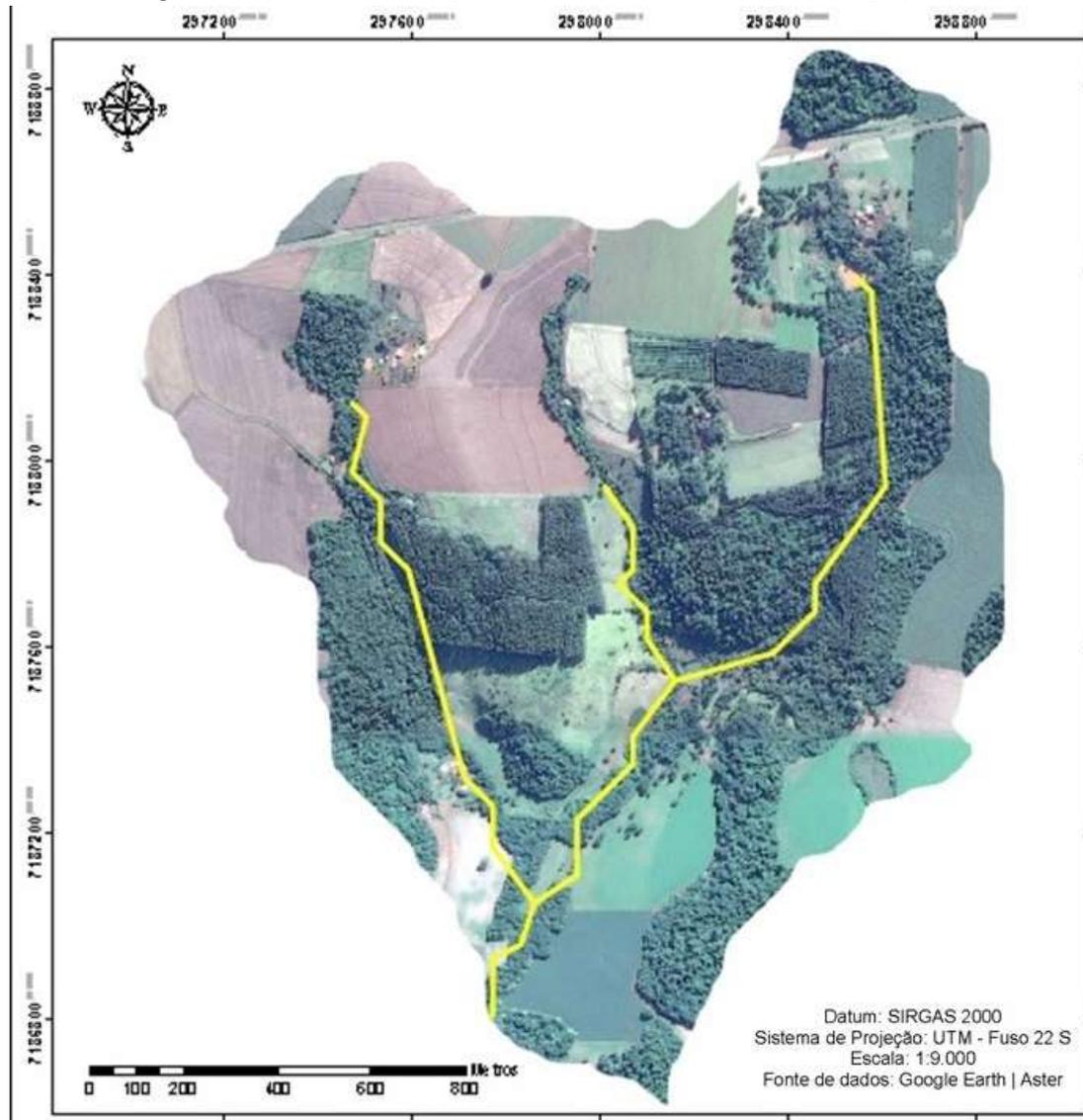


Figura 3 – Mapa de uso e ocupação da microbacia do rio Guarani, Quedas do Iguaçu - PR.

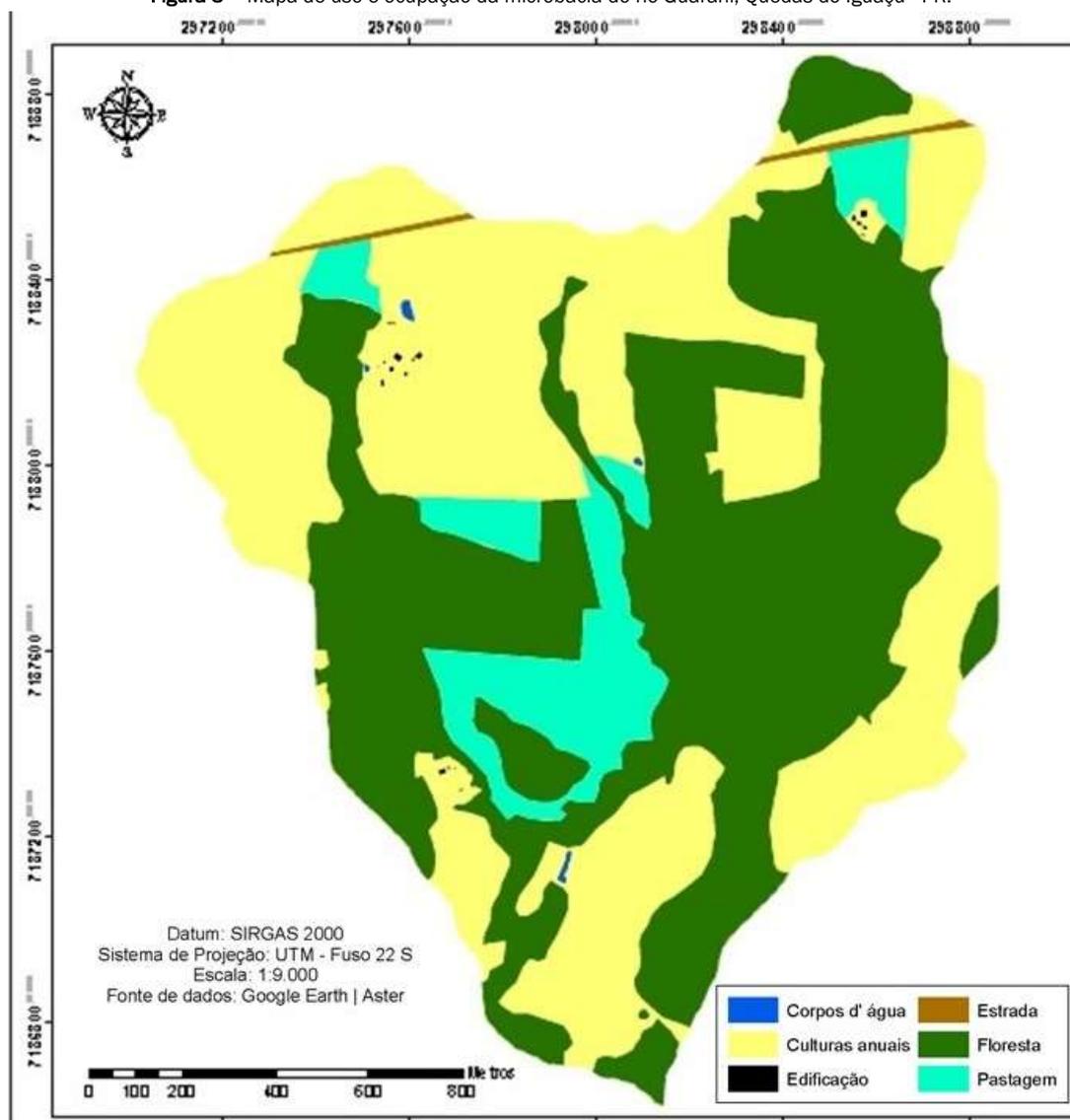


Tabela 2 – Uso e ocupação do solo da microbacia em estudo.

Classe	Área (hectares)	Área relativa (%)
Floresta	116,83	47,14
Corpos d' água	0,27	0,11
Pastagem	20,66	8,34
Culturas Anuais	108,51	43,78
Estradas	1,37	0,55
Edificações	0,22	0,09
Total	247,86 ha	100%

No primeiro momento, pode-se avaliar como positiva a dinâmica do uso do solo na bacia. Com quase metade dos solos (47,14%) cobertos por vegetação arbórea (Floresta), tal ocupação pode ser caracterizada como ideal para a contenção de processos erosivos. Ressalta-se que dentro dos valores obtidos da área ocupada com Floresta se encontra também a Área de Preservação Permanente (APP) que percorre o curso d' água.

Como demonstrado na tabela 2, cerca de 43,78% é ocupada por culturas anuais, representando a proporção de quase 1:1 em comparação a área ocupada por floresta. Dependendo da forma como é conduzida, a cultura temporária pode ser julgada como problema ao manejo da bacia. Caso a condução do solo seja conservacionista, representado principalmente por práticas como cultivo em nível, Sistema Plantio Direto e construção de terraços, os riscos de erosão são reduzidos drasticamente. Se o preparo do solo for convencional, o problema se torna representativo, uma vez que o solo fica extremamente exposto a processos erosivos. Desse modo, uma verificação a campo seria o

procedimento mais adequado, propondo medidas corretivas caso exista o problema citado. Os demais usos do solo se distribuem em corpos d'água (0,11%), pastagens (8,34%), estradas (0,55%) e edificações (0,09%).

A tabela 3 faz um resumo das áreas potenciais ao cultivo agrícola, e áreas impróprias para a utilização com esta finalidade.

Tabela 3 – Áreas produtivas, inaptas e impróprias para utilização na microbacia em estudo.

Tipo de área	Área (ha)
Potenciais de cultivo (pastagens, plantios agrícolas)	126,16
Inaptas para cultivo (Mata nativa e em regeneração, construções, estradas, corpos d'água)	118,69
Área de Preservação Permanente (LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012)	11,5
Sobreutilizada e/ou áreas de agricultura inapta (invasão da APP)	3,01
Total:	259,36

De acordo com o exposto, a maior parte da área da bacia é apta para cultivos agrícolas, e pastoris, totalizando juntas uma área aproximada de 126,16 hectares. As áreas inaptas ao cultivo, em decorrência da presença de vegetação nativa (protegida pela lei da Mata Atlântica) e as áreas construídas totalizam cerca de 118,69 ha.

Aplicando-se o Código Florestal sobre a questão da APP, com base na largura de 30 metros (Figura 4), o valor estimado da área total é de 11,5 hectares. Entretanto, deste total 3,01 ha (26,17 %) da área da APP estimada está sendo utilizada em outro regime de uso, destacando-se principalmente a invasão por atividades agrícolas.

De fato, o cenário ideal seria a totalidade da área de APP recoberta por vegetação arbórea natural, tendo em vista que a região ripária é de extrema importância para a manutenção da qualidade da água e a contenção de processos erosivos na microbacia hidrográfica. Nesse sentido, a vegetação atual é incapaz e insuficiente de promover as condições necessárias a conservação da zona ripária, devendo ser adequada de acordo com o exigido por Lei.

Obviamente, para propor tal medida deve-se realizar conferências a campo, visto que alguns canais de drenagem podem não existir, reduzindo desta forma algumas áreas de APPs demarcadas. Ainda, segundo o Código Florestal brasileiro (2012), a largura da APP é determinada em função do tamanho da propriedade em módulos fiscais, e como não se conhece o tamanho de cada propriedade oficialmente (área da matrícula no registro de imóveis), as áreas demarcadas podem apresentar variações perante a lei.

Com relação ao relevo da microbacia (Figura 5) observou-se um predomínio da declividade classificada como ondulado (8% – 20% de declividade), com pouco mais de 47,4 % da área total (Tabela 4).

Tal fato demonstra certa predisposição aos processos erosivos, visto que a declividade é um dos fatores mais representativos para ocorrência da erosão. Porém, caso exista cobertura vegetal adequada e que o manejo do solo seja realizado de maneira consciente, tal problema pode ser minimizado.

Os resultados dos cálculos dos índices morfométricos são apresentados na tabela 5.

De maneira geral, é possível concluir que a microbacia apresenta hierarquia fluvial de 2ª ordem, segundo classificação proposta por Strahler (1957). Apresenta área de 248 hectares (2,48 Km²), rede de drenagem de 3,72 Km e conta com amplitude altimétrica de 126 m (do ponto mais alto até o exutório).

A microbacia em estudo possui a densidade de drenagem de 1,5 km/km². De acordo com Villela & Mattos (1975), os valores de densidade de drenagem podem situar-se próximas a 0,5 km/km² em bacias com drenagem pobre e de 3,5 km/ km² ou mais em bacias com boa drenagem. Valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração da precipitação (TONELLO et al., 2006).

Figura 4 – Mapa da Área de Preservação Permanente (APP), estimada em 30 metros, referente ao rio Guarani, Quedas do Iguaçu - PR.

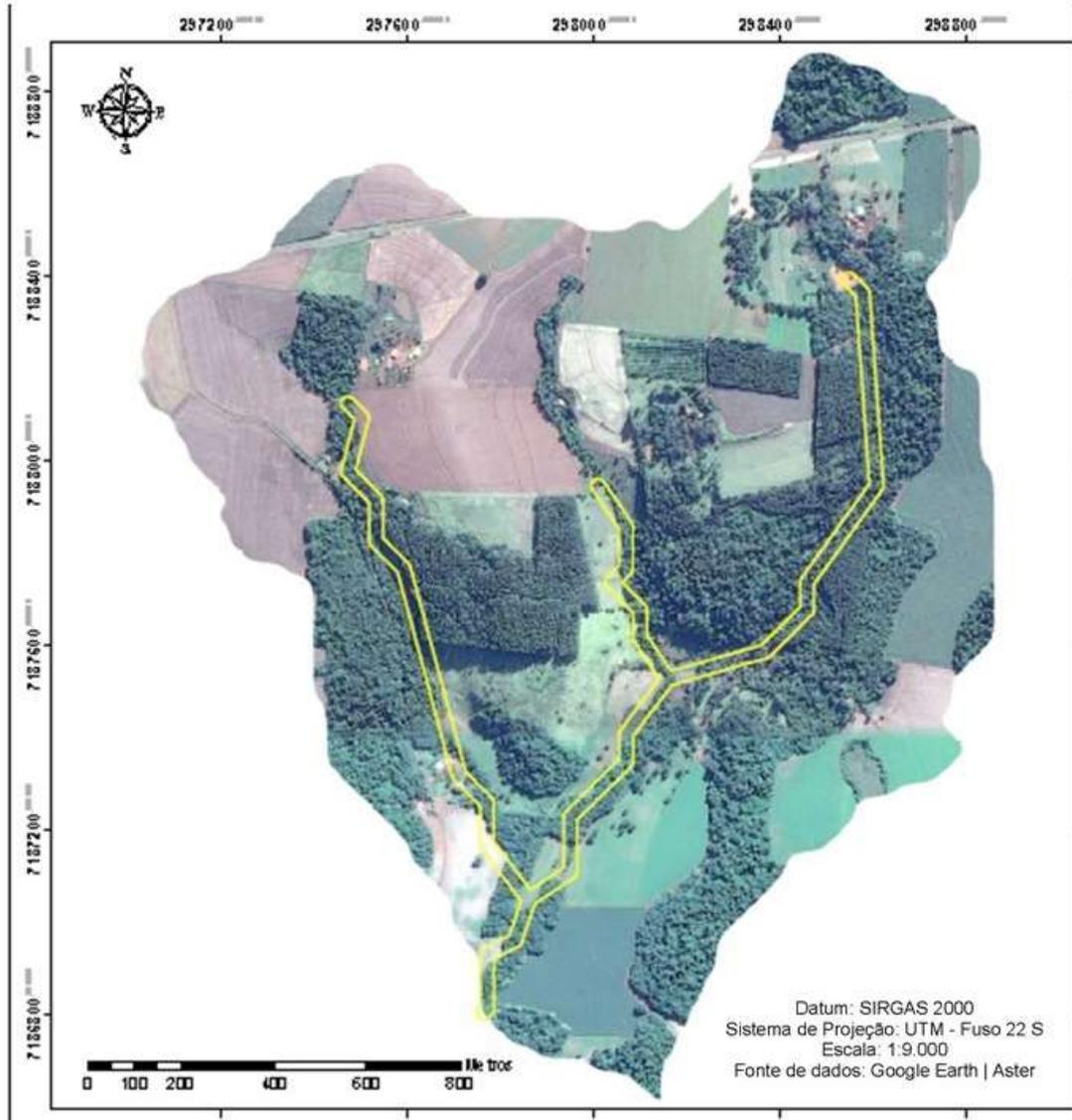


Figura 5 – Mapa do relevo da microbacia do rio Guarani, Quedas do Iguaçu – PR.

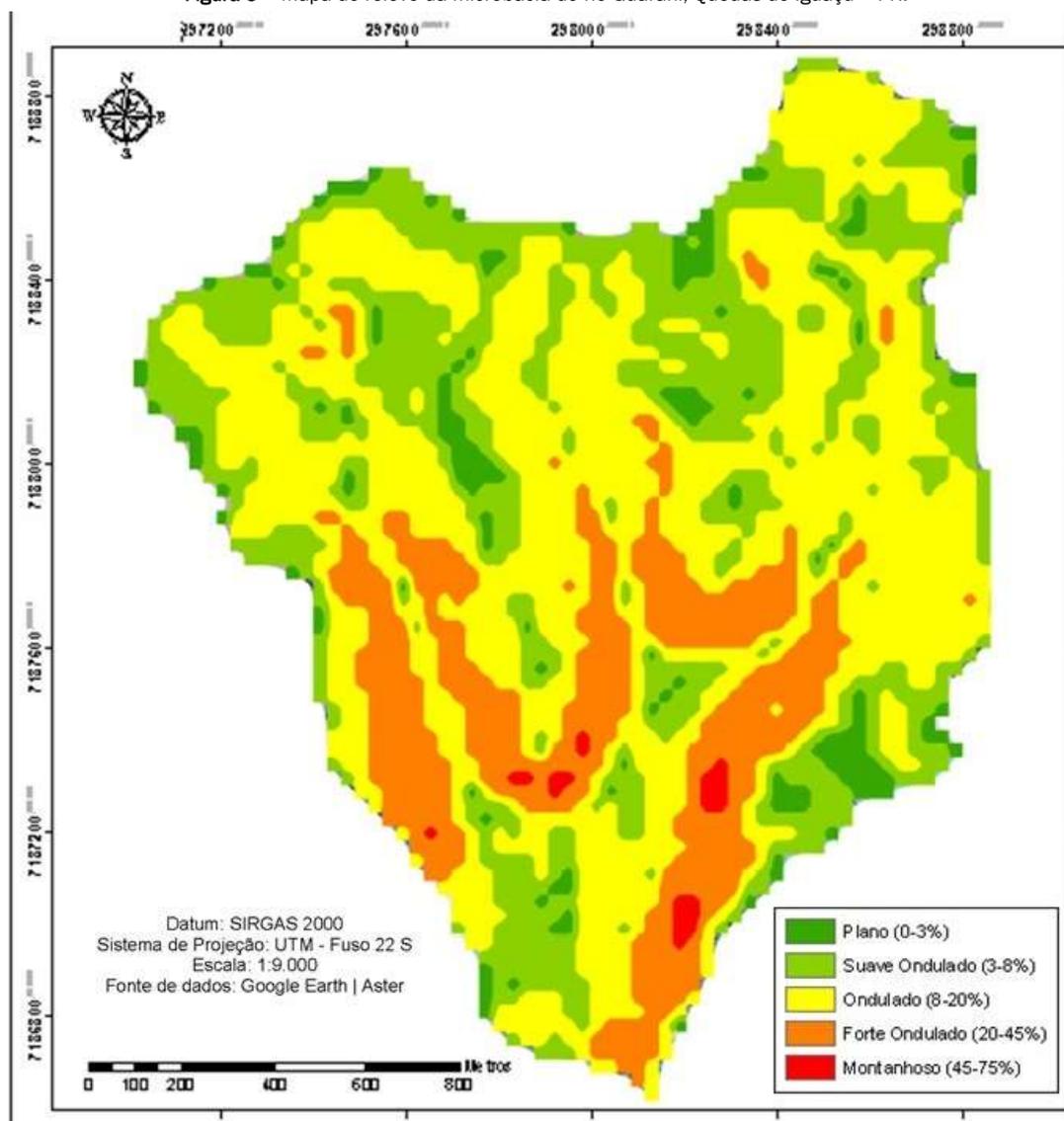


Tabela 4 – Classificação de declividade (área absoluta e área relativa) da microbacia em estudo.

Classe de declividade	Área absoluta (ha)	Área relativa (%)
Plano (0-3%)	14.46	5.83
Suave ondulado (3-8%)	69.44	28.02
Ondulado (8-20%)	117.54	47.42
Forte ondulado (20-45%)	44.45	17.93
Montanhoso (45-75%)	1.96	0.79
Total	247.86	100

Tabela 5 – Características morfométricas da microbacia em estudo.

Característica	Valor
Área (ha)	248
Perímetro (Km)	9,02
Comprimento do rio principal (Km)	2,017
Comprimento do canal principal em linha reta (Km)	1,772
Comprimento total da rede de drenagem (Km)	3,72
Altitude (máxima, mínima, amplitude) (m)	Máx. 655; Min. 529, Amp. 126
Número total de canais	5
Comprimento da bacia (Km)	2,3
Ordem do córrego	2ª
Densidade de drenagem (km/km ²)	1,5
Extensão do percurso superficial (km/km ²)	0,66
Densidade hidrográfica (canais/km ²)	2,01
Declividade do rio principal	0,06
Fator de forma	0,18
Índice de compacidade (Kc)	1,6
Índice de circularidade (Rc)	0,38
Índice de sinuosidade	1,13
Relação de relevo da bacia (m/m)	0,05
Rugosidade topográfica	189

É possível afirmar que a microbacia hidrográfica do rio Guarani mostra-se pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação. Isto pode ser justificado devido ao coeficiente de compacidade da microbacia (1,6) apresentar o valor afastado da unidade 1,0, (adotado como referência para a interpretação da chance de enchentes). Arelado a isto, o fator de forma apresenta valor relativamente baixo (0,18), indicando que a bacia não apresenta forma circular, possuindo neste caso, formato alongado.

Tais circunstâncias podem ainda ser comprovadas pelo índice de circularidade da microbacia em estudo, a qual demonstrou valor relativamente baixo de 0,38. Em bacias de formato circular, predomina-se a maior chance de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no canal principal, e por consequência promovendo a ocorrência de enchentes (CARDOSO et al., 2006).

As principais características demonstradas por esta microbacia hidrográfica em questão, podem facilmente serem associadas a demais microbacias do estado do Paraná, em especial as regiões Oeste, Sudoeste e Centro-sul do estado.

É válido ressaltar que o estudo detalhado pode trazer informações importantes sobre o predomínio das atividades de ocupação dos solos, características do relevo, demarcação das áreas de APP e a sua regularidade de acordo com a Lei vigente, definições morfométricas da microbacia, além de informações complementares que podem estar auxiliando no controle de processos erosivos e na garantia da manutenção da qualidade da água.

5. CONCLUSÕES

O estudo detalhado da microbacia hidrográfica do rio Guarani, localizada na área rural do município de Quedas do Iguaçu – PR, demonstrou a presença de irregularidades que podem ser sancionadas com o intuito de prezar pela qualidade da água e pelo controle de processos erosivos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J.M.P.; CASTRO, P.T.A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 33, n. 2, p. 117-127, 2003.
- BOGNOLA, I. A. et al. Caracterização dos solos em áreas experimentais com Grevílea, no estado do Paraná. Embrapa Florestas, Colombo, Documentos 228, p. 33, 2011.
- BRASIL, (1997). Constituição. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Política Nacional dos Recursos Hídricos. Brasília, DF.
- CARDOSO, C. A. et al. Caracterização Morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1980. 185p.
- MERTEN, G. H; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para sobrevivência futura. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, v. 3, n. 4, out./dez. 2002.
- PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; FERREIRA, E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. *Scientia Florestalis*, Piracicaba, n. 65, p.197-206, jun. 2004.
- STIPP, N. A. F.; CAMPOS, R. A.; CAVIGLIONE, J. H. Análise Morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Taquara – Uma contribuição para o estudo das ciências ambientais, *Portal da Cartografia*, Londrina, v. 3, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia>>. Acesso em: 27 out. 2016.
- TONELLO, K. C. et al. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. *Revista Árvore*, v.30, n.5, p.849-857, 2006.
- VIANI, R. A. G. et al. Caracterização florística e estrutural de remanescentes florestais de Quedas do Iguaçu, Sudoeste do Paraná. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 11, n. 1, p. 14, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000100011>>. Acesso em: 20 nov. 2016.