



O ESPAÇO GEOGRÁFICO EM ANÁLISE

CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E FORMAS DE  
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA DO RIO  
PEQUENO – PARANÁ<sup>1</sup>

*CHARACTERIZATION OF THE PHYSICAL  
ENVIRONMENT, USE AND OCCUPATION OF THE  
PEQUENO WATERSHED - PARANÁ*

Marcia Regina Gomes de Jesus SOARES<sup>2</sup>

Jorge Luiz Moretti de SOUZA<sup>3</sup>

Daniela JERSZURKI<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Parte de Dissertação de Mestrado da primeira autora, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/SCA/UFPR

<sup>2</sup> Geógrafa, Mestre em Ciência do Solo. Professora na Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, PR - [marcia.jesus@utp.br](mailto:marcia.jesus@utp.br)

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola, Doutor em Irrigação e Drenagem, Professor do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. - [jmoretti@ufpr.br](mailto:jmoretti@ufpr.br)

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma, Universidade Federal do Paraná - [dani\\_jerszurki@hotmail.com](mailto:dani_jerszurki@hotmail.com)

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar o meio físico e formas de uso e ocupação do solo da bacia do rio Pequeno, situada no município de São José dos Pinhais – Estado do Paraná, analisando condições de uso atual em contraste com as características naturais do meio físico. Nas análises realizadas entre 2000 e 2006, envolvendo a integração dos dados obtidos, geotecnologias e elaboração de mapas, verificou-se que: (a) a área ocupada com vegetação natural foi reduzida em 11%, tornando o local mais sensível à exposição dos processos erosivos; (b) a urbanização aumentou 2% concentrando-se no encontro das águas do Rio Pequeno com o rio Iguaçu; (c) as atividades agrícolas intensificaram em solos frágeis (Organossolos) o que ocasiona inúmeros impactos negativos.

**Palavras-chave:** Solo, vegetação, declividade, árvore de probabilidade.

## ABSTRACT

This study aimed to characterize the physical environment and how to use and land cover in the Pequeno watershed, located in São José dos Pinhais - State of Paraná, analyzing conditions of use present in contrast with the natural features of the environment physical. In the analysis between 2000 and 2006, involving the integration of data, geotechnology and preparation of maps, it was found that: (a) the area occupied by natural vegetation was reduced 11%, making the area more sensitive to the exposure of erosion. (b) the urbanization increased 2% and concentrated near the confluence of the Little River with River Falls. (c) the agricultural activities are concentrated in very fragile soils (Histosols), which causes many negative impacts.

**Keywords:** Soil, vegetation, slope, tree probability.

## INTRODUÇÃO

A bacia do Rio Pequeno está estabelecida em uma área aproximada de 128 km<sup>2</sup>, inserida na Região Metropolitana de Curitiba. O Rio Pequeno é afluente da margem esquerda de um dos maiores complexos hidrográficos do Estado do Paraná – a bacia do Altíssimo Iguaçu – responsável por grande parte do abastecimento público de água tratada de Curitiba e parte significativa de sua região metropolitana. Além disso, os mananciais do Altíssimo Iguaçu apresentam elevados níveis de precipitação pluviométrica, por se localizarem

na área de influência da Serra do Mar e, em consequência disso, altas vazões específicas, com grande potencial de oferta de água (ANDREOLI *et al.*, 2000).

Ross (1994) afirma que as diversas formas de intervenção humana no meio natural devem ser precedidas de diagnósticos que possibilitem o conhecimento prévio das características naturais do local. Práticas como a instalação de indústrias, agricultura, expansão urbana, entre outras, interferem significativamente no meio natural e, com isso, é importante que se tenha uma posição preventiva do mesmo, em que sejam estabelecidas diretrizes para uso racional dos recursos naturais.

O solo é um dos componentes vitais do meio ambiente e constitui o substrato natural para o desenvolvimento das plantas. A ciência da conservação do solo e da água preconiza um conjunto de medidas, objetivando a manutenção ou recuperação das condições físicas, químicas e biológicas do solo, estabelecendo critérios para o uso e manejo das terras, de forma a não comprometer sua capacidade produtiva (LEPSCH, 2002).

À medida que as cidades crescem em tamanho e densidade, as mudanças que produzem no ar, solo, água e na vida, em seu interior e a sua volta, agravam os problemas ambientais que afetam o bem-estar de cada ser humano. Todas essas interações das atividades humanas com o ambiente natural produzem um ecossistema muito diferente daquele existente anteriormente à cidade. Este sistema é sustentado por uma importação maciça de energia e de matérias-primas, “um sistema no qual os processos culturais humanos criaram um lugar completamente diferente da natureza intocada, ainda que unida a esta através dos fluxos de processos naturais comuns” (ODUM, 1983).

A motivação do desenvolvimento deste trabalho baseou-se na forma pela qual vem sendo ocupada a bacia do Rio Pequeno, onde se verifica uma contraposição do uso do solo às características naturais da região, com super utilização de recursos naturais. Estas informações podem servir como um referencial para o planejamento ambiental e proposta de reestruturação regional, com o intuito de auxiliar a tomada de decisão de projetos envolvendo o uso de recursos físicos na região.

O presente trabalho teve por objetivo caracterizar o meio físico e formas de uso e ocupação do solo da bacia do rio Pequeno, situada no município de São José dos Pinhais – Estado do Paraná. Neste sentido, analisaram-se as condições de uso atual em contraste com as características naturais do meio físico, como solo, vegetação, topografia e hidrografia, constituindo um banco de informações e subsídios para estudos envolvendo planejamento ambiental na região.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo do presente trabalho compreendeu a bacia hidrográfica do rio Pequeno, localizada no município de São José dos Pinhais, Paraná, contendo aproximadamente 128 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 14% da área total do município (Figura 1). A bacia hidrográfica do Pequeno pertence à bacia hidrográfica do Altíssimo Iguaçu, tendo suas nascentes na região conhecida como mananciais da serra (porção ocidental do início da serra do mar), atravessando o norte do município de São José dos Pinhais, sudeste de Curitiba, Estado do Paraná. A orientação principal da drenagem da bacia se dá no sentido leste-oeste. Em sua porção sudoeste, próxima a sede do município de São José dos Pinhais, a bacia apresenta um dos principais focos de expansão urbana da Região Metropolitana de Curitiba (BRISKI *et al.*, 2004).

Além dos dados coletados na bacia do rio Pequeno, a base de dados cartográficos foi constituída a partir de mapas digitais do levantamento planialtimétrico elaborados pela Comec (1976), georreferenciados com um GPS. Os mapas de uso e ocupação, solos, altitude, e declividade foram gerados em formato digital utilizando-se um *software* de Sistemas de Informação Geográficas (SIG's) denominado SPRING, permitindo a composição de produtos temáticos cartografados, como base para análise e formulação de novos conceitos direcionados ao planejamento espacial (INPE, 2007).

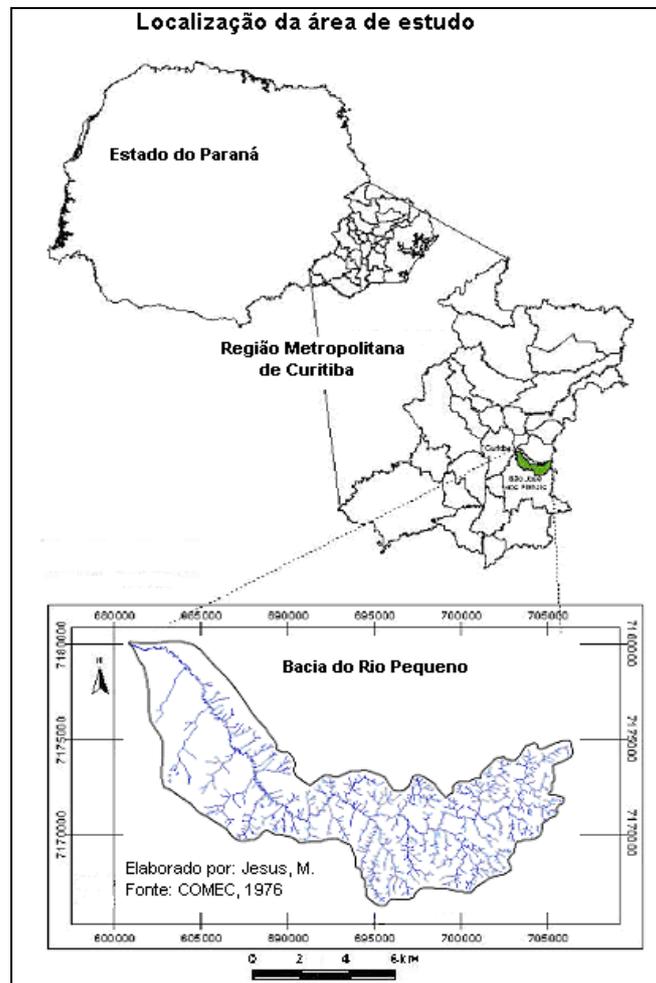


FIGURA 1 – MAPA DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, PARANÁ, CONTENDO A LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PEQUENO.

Para realizar o levantamento das principais características do meio físico da Bacia do Rio Pequeno foram utilizados: (a) levantamento planialtimétrico em formato vetorial (DWG) com curvas de nível equidistantes de 5,0 m, baseando-se em cartas na escala de 1:10.000 da Comec (1976); (b) informações geológicas de São José dos Pinhais, na escala 1:100.000 (CHUEH, 2004); (c) fotografias aéreas coloridas da SUDERHSA-PR, na escala aproximada de 1:30.000, do dia 20 de junho de 2000; (d) levantamento de solos da bacia do rio Pequeno, na escala 1:100.000 (CHUEH, 2004); (e) duas imagens do satélite LANDSAT TM5, dos anos 2000 e 2006; (f) *software* SPRING versão 4.2

desenvolvido pelo INPE; (g) computador, mesa digitalizadora Digigraf (modelo Van Gogh, tamanho A1) e *scanner* de mesa tamanho A4.

Para a elaboração da carta de uso e ocupação do solo foi realizada a classificação supervisionada, ferramenta do *software* SPRING, realizada sobre as imagens de satélite dos anos de 2000 e 2006. Os temas obtidos nas cartas de uso e ocupação do solo foram: agricultura, Campo ou pastagem, Florestas ou áreas seminaturais, Silvicultura, Áreas urbanas, Solo exposto e Água ou banhado (várzea).

Os solos foram classificados de acordo com Embrapa (1999) a partir de levantamento de campo. A carta de solos foi digitalizada utilizando o *software* AutoCad 2002, versão 15.3, e mesa digitalizadora, baseado no levantamento de Chueh (2004), adaptado à escala 1:50.000. Neste processo, foram apresentadas as classes pedológicas, sendo possível relacionar ao modelo de terreno (altimetria e declividade), juntamente com o tipo de uso e ocupação do solo.

De acordo com a metodologia de Ross (1994), baseando-se na intensidade dos processos erosivos e dos riscos de escorregamentos e deslizamentos, as declividades ( $d$ ) foram separadas em cinco categorias hierárquicas, sendo:  $0 \leq d \leq 6\%$  – relevo plano a suave ondulado;  $6\% < d \leq 12\%$  – relevo suave ondulado a moderadamente ondulado;  $12\% < d \leq 20\%$  – relevo moderadamente ondulado a ondulado;  $20\% < d \leq 30\%$  – relevo ondulado a forte ondulado; e,  $d > 30\%$  – relevo forte ondulado, montanhoso e escarpado.

Análises empregando árvores de probabilidade também foram realizadas fazendo a associação entre as classes de solo, declividade do terreno, uso e ocupação do solo. O levantamento dos percentuais de ocorrência de cada associação foi realizado fazendo-se o cruzamento dos planos de informação, utilizando-se o *software* SPRING – ferramenta LEGAL. As árvores de probabilidade da natureza e interessado, da associação mencionada acima, foram construídas e calculadas com o auxílio de uma planilha eletrônica, seguindo as recomendações de Caixeta-Filho (2001). A árvore de probabilidade da natureza foi estruturada partindo das informações

sobre o tipo de solo até chegar às interseções com as classes de uso e ocupação. A árvore do interessado foi estruturada de forma inversa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 encontram-se apresentadas as diferentes classes de uso e ocupação do solo da bacia do rio Pequeno. A Tabela 2 contém os resultados da evolução do uso e ocupação dos solos, ocorrida no período compreendido entre os anos 2000 a 2006, e a Figura 3 possibilita verificar a distribuição espacial dos solos na bacia do rio Pequeno.

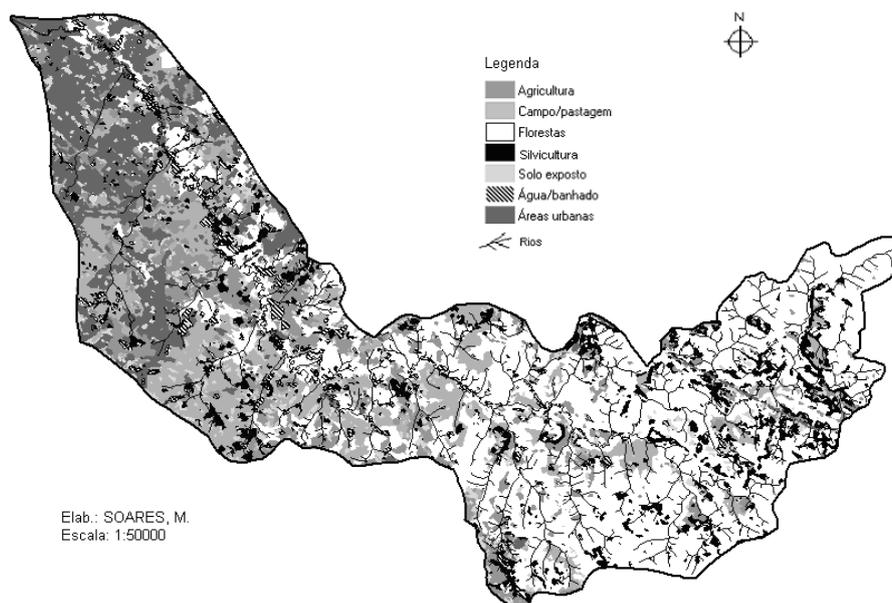


FIGURA 2 – CARTA CONTENDO AS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA DO RIO PEQUENO.

TABELA 2 – PRINCIPAIS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DA BACIA DO RIO PEQUENO, NOS ANOS DE 2000 E 2006, EM RELAÇÃO À ÁREA TOTAL DA BACIA.

Usos	----- Ocupação da bacia (%) -----		Variação entre 2000 e 2006 (%)
	2000	2006	
Agricultura	11	15	+ 4
Campo ou pastagem	18	16	- 2
Florestas ou áreas seminaturais	54	43	- 11
Silvicultura	1	6	+ 5
Áreas urbanas	10	12	+ 2
Solo exposto	4	5	+ 1
Água ou banhado (várzea)	2	3	+ 1
Total	100	100	0

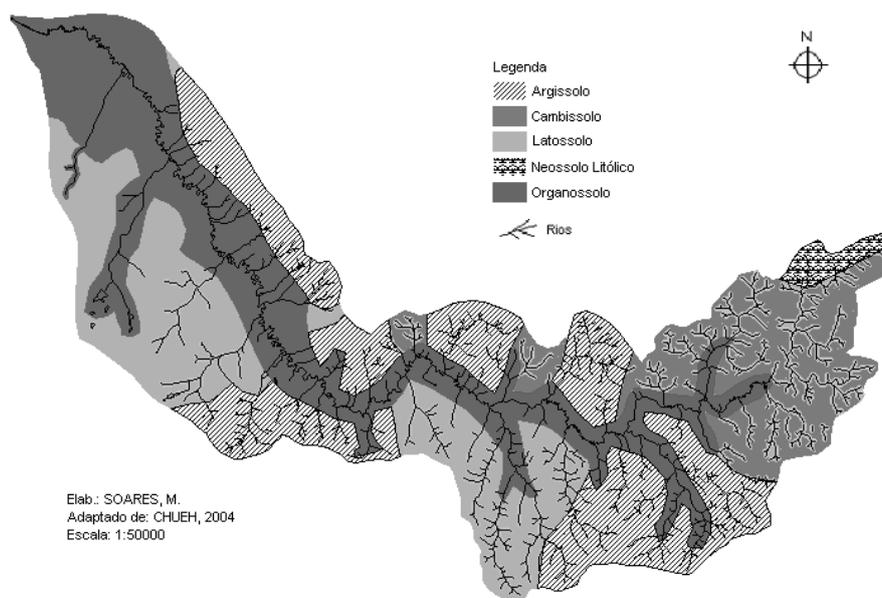


FIGURA 3 – CARTA DAS CLASSES DE SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PEQUENO, RECLASSIFICADO CONFORME O NOVO SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS DA EMBRAPA (1999).

Aparentemente, os resultados apresentados na Figura 2 e Tabela 2, no ano de 2006, mostram que boa parte da bacia se encontrava bem preservada, contendo “Florestas ou áreas seminaturais” (43%) e Silvicultura (6%), principalmente no seu terço médio superior.

Em relação à área contendo Agricultura e Silvicultura no ano de 2000 (Tabela 2), pode-se notar que houve aumento de uso das classes em +4% e +5%, respectivamente. Assim, parte da área que em 2000 estava ocupada com “Florestas ou áreas seminaturais” apresentou redução de 11% em 2006, fato que torna a área sensível devido a sua exposição aos processos erosivos. A maioria da produção Agrícola na área está voltada a culturas anuais, com ciclos curtos, em que se destacam as produções de hortaliças, além de milho, trigo e soja. Já na Silvicultura o cultivo é voltado para a produção de lenha e madeira destinada à indústria de papel e celulose (IBGE, 2008).

Verificou-se que o padrão urbano se concentrou próximo à foz, no encontro das águas do Rio Pequeno com o rio Iguaçu, margeando as rodovias BR 277, Contorno Leste e áreas próximas ao aeroporto internacional Afonso Pena. A Urbanização aumentou 2% no período entre 2000 e 2006 (Tabela 2), e a porção de Solo exposto decorrente dos processos de construções civis e instalações industriais obteve aumento de 1% em sua classe. A concentração de Solo exposto, assim como de padrões Urbanos, ocorreu no terço médio à inferior da bacia do rio Pequeno, junto à foz e nas proximidades das áreas ribeirinhas sobre Organossolo (55,7%) e Latossolo (35%) associados à baixa declividade, ou seja, até 6% de inclinação. O primeiro solo é considerado de alta fragilidade, mal drenado, coloração escura e pouco evoluído. Porém, o segundo é considerado um solo bem desenvolvido e de fragilidade baixa (ROSS, 1994). O Organossolo exige maior proteção e conservação. Esta evolução é preocupante, devido aos riscos à ocupação humana, principalmente pela vulnerabilidade a enchentes e deslizamentos de terra. Além disso, o percentual de áreas com Florestas ou áreas seminaturais diminuiu significativamente no período considerado (-11%), dando lugar aos cultivos Agrícolas e Silvicultura, que juntos obtiveram aumento de +9%, tornando a área ainda mais sensível aos processos de instabilidade ambiental. As áreas Alagadiças somaram 3% do total da área da bacia e estão presentes ao longo do curso do rio principal da bacia, na maioria das vezes, associada à vegetação de pequeno porte ou arbustiva e vegetação herbácea.

A carta contendo as classes de solo (Figura 3) da bacia do rio Pequeno evidenciou que existem predominantemente quatro tipos de solos na região, sendo o Organossolo (32%) responsável pela cobertura da maior área, seguidos pelo Argissolo (27%), Latossolo (23%) e Cambissolo (17%). O Neossolo Litólico também foi encontrado e representa apenas 1% da área da bacia. De acordo com as considerações dispostas pela Embrapa (1999) e os dados levantados para os solos na bacia do rio Pequeno, pode-se verificar que: (a) Os Cambissolos são pouco profundos e evoluídos, possuindo características morfológicas muito variadas de um local para outro, devido aos vários tipos de material de origem, relevo e clima. Estes solos ocorreram predominantemente em áreas de morros, montanhas e serras, em encostas com declividade acima de 20%. Encontram-se na parte central para leste da bacia, ocorrendo principalmente à presença de matas. Segundo Santos (2006), a atividade que mais se desenvolve na área é a criação de gado, que se explica pelo fato das declividades fortes não permitirem a utilização de maquinários na área rural. Desta forma o agricultor acaba utilizando as áreas contendo Cambissolo apenas com atividades esparsas; (b) Os Latossolos são solos em estágio avançado de intemperização, muito evoluídos, profundos e de boa drenagem, o que facilita na recarga gradativa do lençol freático e na manutenção da regularidade das vazões dos corpos d'água. Este tipo de solo dominou a parte central a oeste da bacia do rio Pequeno em sua margem direita. Os Latossolos geralmente são fortemente ácidos, e sua disposição no terreno está associada a áreas de relevo suave. Em função da boa drenagem que possuem e da fertilidade natural, este tipo de solo vem sendo utilizado no setor agrícola da bacia do Pequeno para o plantio de várias culturas agrícolas como o milho, trigo e soja (IBGE, 2008); (c) O Argissolo compreende solos constituídos por material mineral, menos desenvolvidos, apresentando gradiente textural acentuado e cerosidade suficientemente desenvolvida para caracterizar-se como B textural. Estes solos foram encontrados principalmente na parte central da bacia, com ocorrência bem significativa em sua classe (27%); (d) Os Organossolos são solos pouco evoluídos, constituídos por material orgânico proveniente de acumulação de restos vegetais em grau

variável de decomposição, acumulados em ambiente mal a muito mal drenados e saturados com água nas áreas alagadiças, devido à elevação do lençol freático. Foram encontrados margeando os rios da bacia do rio Pequeno; (e) O Neossolo Litólico é o solo com horizonte A ou O hístico, com menos de 40 cm de espessura, assentado diretamente sobre a rocha, horizonte C, Cr ou sobre material com mais de 90% (por volume) de sua massa constituída por fragmentos de rochas em diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões), apresentando contato lítico dentro de 50 cm da superfície do solo. Admite um horizonte B, em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico (CHUEH, 2004).

As classes de altitude da bacia do rio Pequeno encontram-se compreendidas entre 800 e 1.100 metros de altitude, conforme podem ser visualizadas na carta contendo as classes de altitude da bacia, apresentada na Figura 4. A classe de altitude de maior ocorrência está compreendida entre 900 m e 1.000 m, com 53% da área, seguida da classe entre 800 m e 900 m, com 46,05%. A classe compreendida entre 1000 m e 1.100 m é pouquíssima representada, contendo menos de 0,05% do total, estando compreendida no terço superior da área da bacia (Figura 4). Maack (1968) descreve que o Primeiro Planalto apresenta predominantemente relevo suave a suave ondulado, com topos de morros arredondados. Na Serra do Mar, o relevo torna-se mais acidentado passando a ondulado e forte ondulado, com altitudes médias variando entre 900 e 1100 m acima no nível do mar.

As informações referentes à inclinação do terreno são importantes, pois associadas a outros dados ambientais, servem de base para inúmeros estudos, possibilitando, por exemplo, a elaboração de cartas como aptidão agrícola das terras e fragilidade ambiental. Diante destas considerações, elaborou-se a carta das classes de declividade da bacia do rio Pequeno (Figura 5) de acordo com a metodologia de Ross (1994).

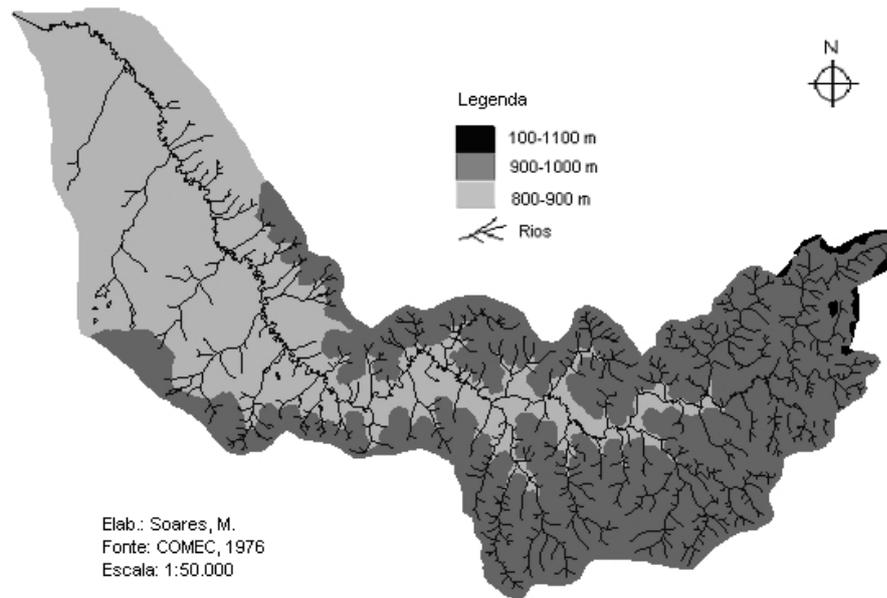


FIGURA 4 – CARTA DAS CLASSES DE ALTITUDE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PEQUENO.

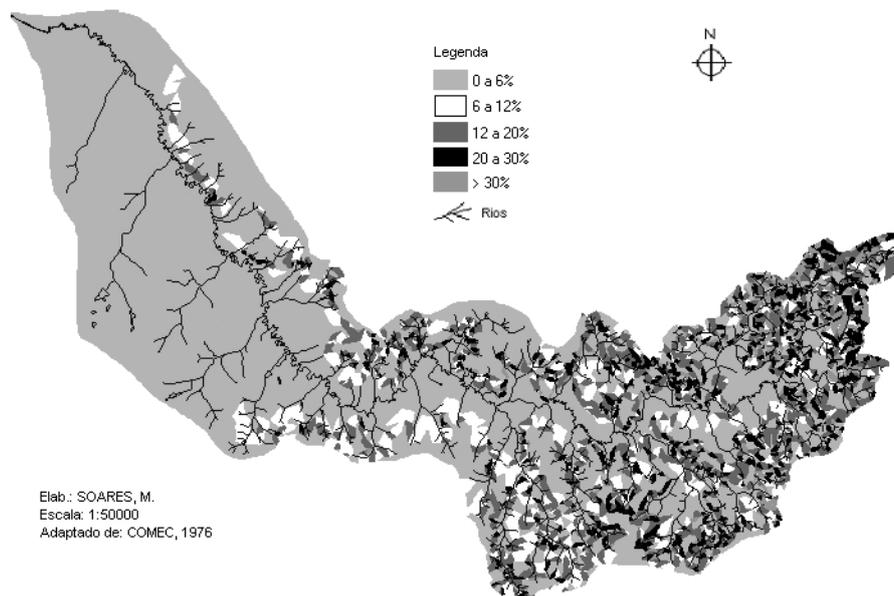


FIGURA 5 – CARTA DAS CLASSES DE DECLIVIDADE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PEQUENO.

A classe de declividade ( $d$ ) de maior representatividade na bacia hidrográfica do Pequeno ficou compreendida entre  $0 < d \leq 6\%$ , com 72% do

total da área, seguida da classe  $12\% < d \leq 20\%$ , com 11%, e classe  $6\% < d \leq 12\%$ , com 10%. As classes compreendidas entre  $20\% < d \leq 30\%$ , bem como  $d > 30\%$ , compreenderam apenas 5% e 2%, respectivamente.

As áreas de uso agrícola ou atividades agropecuárias estão espalhadas por toda a bacia, mas se concentram nas ocorrências de declividade ( $d$ ) entre  $0 < d \leq 6\%$ , associadas à Organossolo (5%) e Latossolo (4%). Desta forma, as atividades agrícolas predominam no baixo curso do rio Pequeno e, embora a área apresente densidade de drenagem menor que em outros setores (SOARES, 2008), o predomínio do cultivo de lavouras e roçados pode trazer impactos negativos significativos ao ambiente, dada à intensidade da produção agrícola em solo frágil (Organossolo). Neste caso, práticas de conservação são necessárias para a correta utilização dessas áreas (ROSTAGNO, 1999). O relevo mais suave foi verificado na parte central da bacia, com depósitos aluvionares, colinas amplas arredondadas e vertentes côncavo-convexas. Os maiores depósitos aluvionares foram verificados a sudoeste da bacia, com várzeas de inundação, vertentes longas de baixa declividade, na confluência com o rio Iguaçu. Margeando as planícies de inundação, à oeste, ocorrem colinas aplainadas com vertentes longas de baixa declividade. Segundo Santos (2006), as regiões de planície aluvionares ao longo das margens do rio apresentaram baixa declividade ( $d < 3\%$ ), drenabilidade deficiente, com grandes superfícies permanentemente encharcadas, propensas a inundações freqüentes e de longa duração.

Uma análise da árvore de probabilidade da natureza (Figura 6), obtida a partir do cruzamento e associação das cartas de solos, declividade e “uso e ocupação” do solo, permitiu verificar que: **(a)** As probabilidades condicionais entre classes de declividade e solo, mostraram que os solos denominados Argissolo, Latossolo e Organossolo da bacia do rio Pequeno predominam na declividade ( $d$ ) entre  $0 < d \leq 6\%$  (D1) em mais de 50% de suas classes. Das cinco classes de solos analisadas, o Cambissolo e Neossolo foram os únicos que apresentam maior distribuição de área entre as classes de declividade (D1 a D5), porém, o primeiro prevaleceu em declividade até 6% (D1) e o segundo nas declividades entre  $12\% < d \leq 30\%$  (D3 a D4). A declividade  $0 < d \leq 6\%$

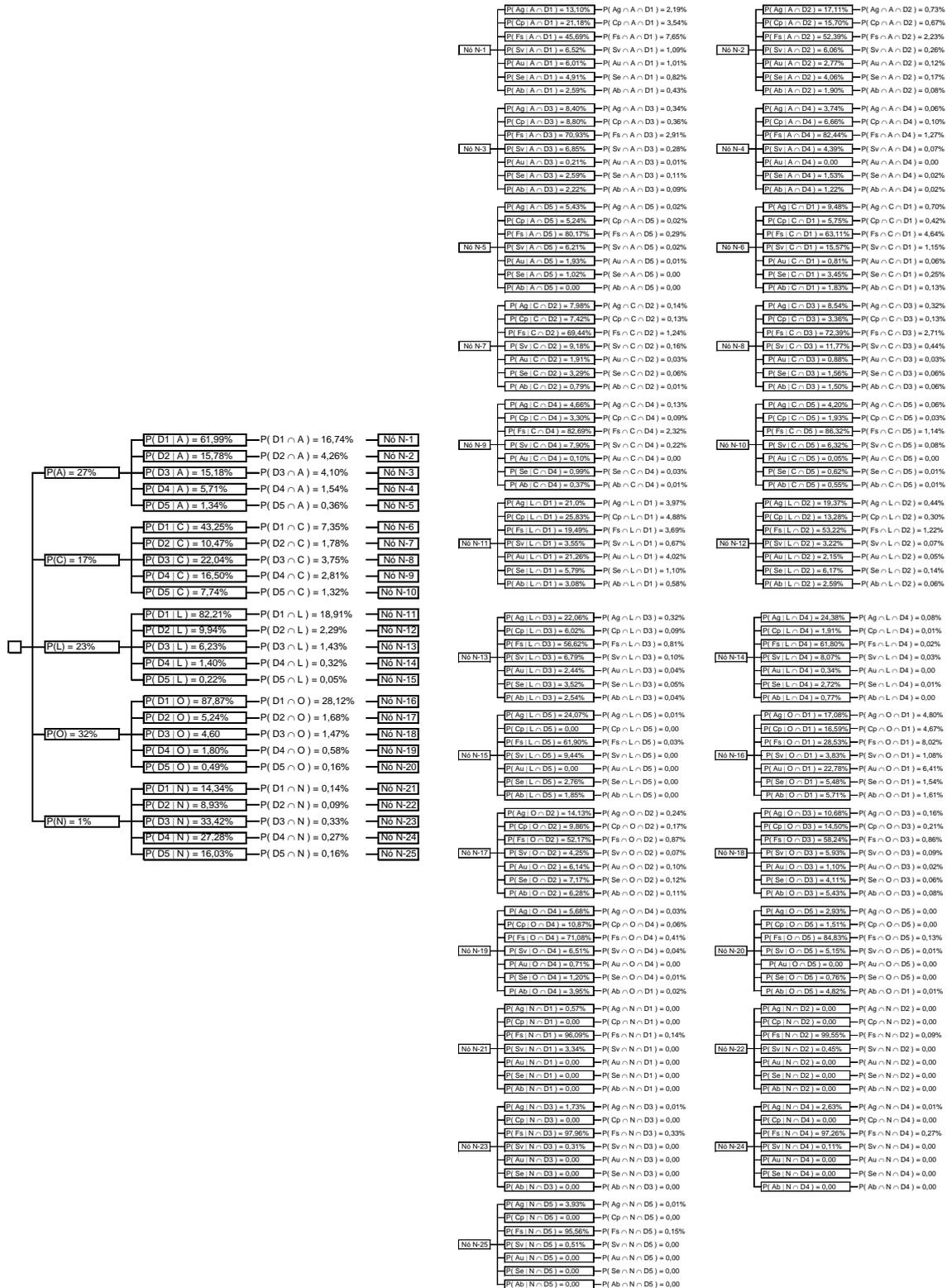
(D1) correspondeu a 71,26% da área total da bacia, sendo que o Organossolo apresentou a maior porção desta declividade ( $D1 \cap O = 28,87\%$ ), seguido do Latossolo ( $D1 \cap L = 18,62\%$ ); **(b)** Com exceção da classe de solo Latossolo associado à declividade (D1), a classe Floresta ou áreas seminaturais (Fs) predominou em todas as classes de solo e declividades (D1 a D5) da bacia; **(c)** O Organossolo contém a maior representatividade na área total da bacia (32%) e, conforme esperado, ocorreu predominantemente em áreas com declividade baixa. Verificou-se que 87,87% e 5,24% de sua área encontram-se nas declividades entre  $0 < d \leq 6\%$  (D1) e  $6\% < d \leq 12\%$  (D2), respectivamente. Desta forma, a ocorrência de Organossolo em declividades acima de 12% somou apenas 6,89% em relação à sua área. As classes de uso Agricultura (Ag), Campo ou pastagem (Cp), Florestas ou áreas seminaturais (Fs), Silvicultura (Sv), Áreas urbanas (Au), Solo Exposto (Se) e Água ou banhado (Ab) ocuparam no Organossolo 5,23%, 5,11%, 10,29%, 1,29%, 6,53%, 1,73% e 1,83% da área total da bacia, respectivamente. Como os Organossolos são provenientes de áreas ribeirinhas, os dados obtidos para uso e ocupação permitem observar que a sua preservação deveria ocorrer de forma primordial, sendo necessário evitar sua exploração; **(d)** O Argissolo contém a segunda maior representatividade na área total da bacia (27%) e, predominantemente, a maior parte de sua área encontra-se distribuída entre as declividades D1 (61,99%) e, D2 e D3 (30,96%). Somadas, esta classe de solo e declividades corresponderam a 25,1% da área total da bacia. A Silvicultura ocupou aproximadamente entre 4,39% e 6,85% da área, em cada classe de declividade (D1 a D5). O uso e ocupação Agricultura e Campo ou pastagem ocuparam 34,28% e 32,8% da área nas classes de declividade D1 e D2, respectivamente. Satisfatoriamente, verificou-se que as Florestas e áreas seminaturais estão sendo preservadas em mais de 70,93% das áreas na classe de declividade D3 a D5; **(e)** O Latossolo contém a terceira maior representatividade na área total da bacia (23%) e, predominantemente, verificou-se que o mesmo se desenvolveu nas declividades baixas ( $d \leq 6\%$ ), compreendendo 82,21% da área com esta classe de solo. Em torno de 18,91% da área total da bacia possui Latossolo associado às declividades entre  $0 < d \leq$

6% (D1), sendo que 21,0%, 25,83%, 19,49%, 3,55%, 21,26%, 5,79% e 3,08% desta área estava ocupada com Agricultura (Ag), Campo ou pastagem (Cp), Florestas ou áreas seminaturais (Fs), Silvicultura (Sv), Áreas urbanas (Au), Solo exposto (Se) e Água ou banhado (Ab), respectivamente. Em função do percentual de Latossolo ocupado com Solo exposto (Se), na condição de declividade D1 e D2, sendo 5,79% e 6,17%, respectivamente, acredita-se que parte da área poderia estar sendo preparada para o cultivo agrícola; **(f)** O Neossolo Litólico ocupa uma pequena área da bacia (1%), sendo que a maior porção desta área (33,42%) está associada à declividade entre  $12\% < d \leq 20\%$  (D3), o que equivale a 0,33% da área total da bacia. As Florestas ou áreas seminaturais (Fs) ocuparam mais de 95,56% das áreas contendo esta classe de solo. Devido à dificuldade para ser utilizado para a agricultura, a classe de solo Cambissolo associado as declividade D1 a D5, que ocupa 17% da área total da bacia, também apresentou mais que 63,11% da área ocupada com Florestas ou áreas seminaturais (Fs). Esta constatação é importante para o equilíbrio natural da bacia em estudo. As classes de uso e ocupação Agricultura (Ag) e Campo ou Pastagem (Cp) no Cambissolo somaram juntas 15,23% para declividade D1 e 15,40% para a declividade D2, e estão associadas a valores menores do que 11,9% da área nas classes de declividade D3 a D5. Para o Neossolo Litólico, o uso e ocupação Campo ou pastagem (Cp) não foi verificado, e a Agricultura (Ag) encontra-se em menos de 3,93% da área em cada classe de declividade (D1 a D5).

Uma análise da árvore de probabilidade do interessado (Figura 7) permitiu evidenciar que as classes de uso e ocupação realmente ocorrem em sua maioria nas declividades inferiores a 12%, principalmente na declividade entre  $0 < d \leq 6\%$  (D1). A probabilidade de D1 condicionada à ocorrência de Agricultura (Ag), Campo ou pastagem (Cp), Florestas ou áreas seminaturais (Fs), Silvicultura (Sv), Áreas urbanas (Au), Solo exposto (Se), Água ou banhado (Ab) foram iguais a 79,01%, 85,10%, 55,35%, 67,21%, 96,53%, 81,36% e 82,28%, respectivamente. Mais da metade da ocupação com “Florestas ou áreas seminaturais” se concentrou na declividade até 6% ( $P(D1 | Fs) = 55,35\%$ ), porém, em função de sua presença nas áreas de proteção

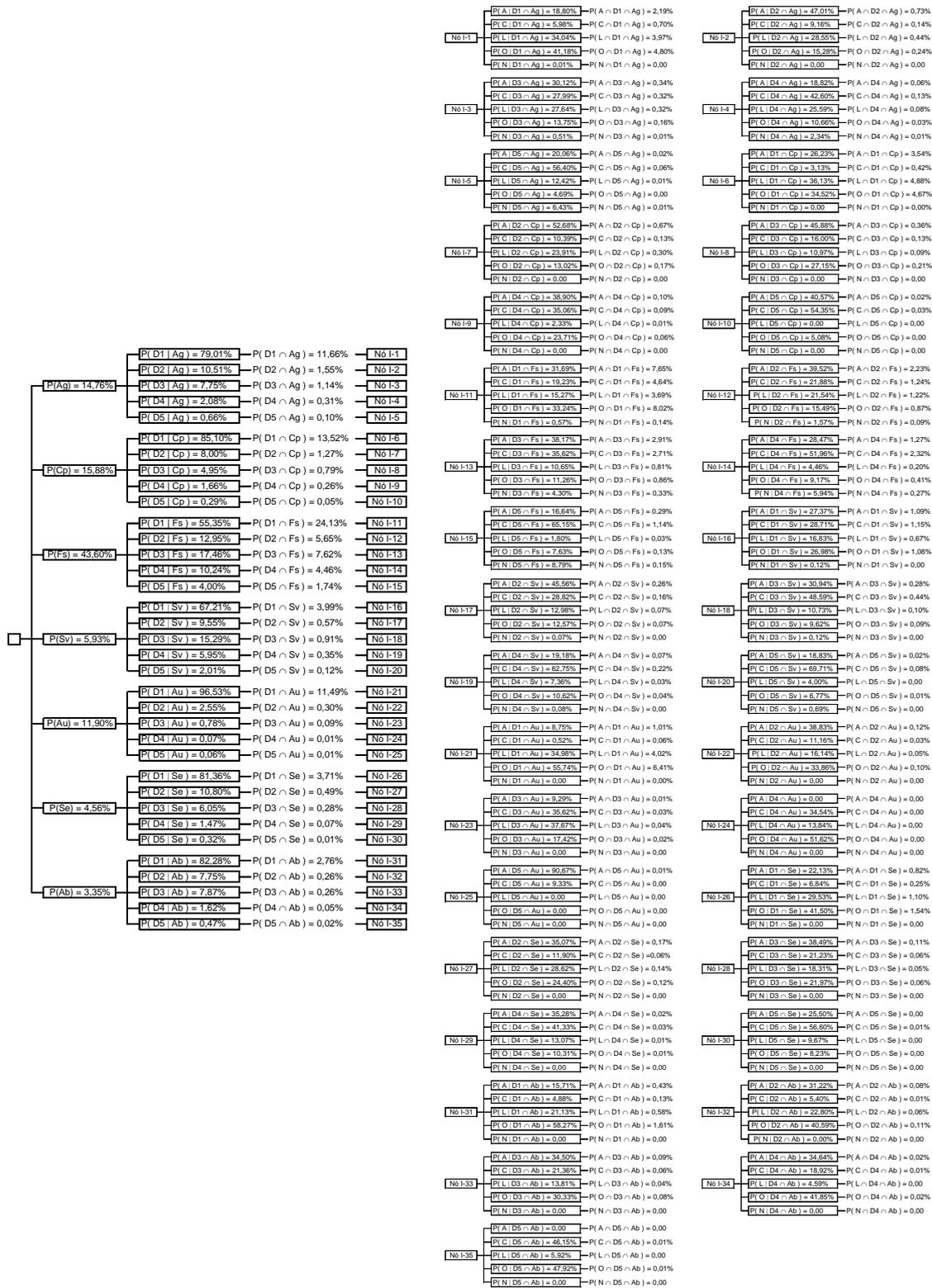
contendo maior declividade, favoravelmente foi o único uso e ocupação que se encontra mais bem distribuído entre as classes de declividade analisadas (D1 a D5). Favoravelmente, verificou-se também que a Área urbana (Au) encontra-se predominantemente nas declividades entre  $0 < d \leq 6\%$  (96,53%), o que evita riscos de deslizamento de terras em áreas residenciais e comerciais, mas por outro lado, pode favorecer também a disposição da população a enchentes e alagamentos eventuais. Principalmente para a população que vive em 6,41% da total bacia, em área contendo Organossolo e declividade inferior a 6% (D1).

As probabilidades envolvendo tipos de solo, condicionadas às classes de declividades e “uso e ocupação” do solo mostram que: **(a)** Predominantemente, 41,18% do Organossolo e 34,04% do Latossolo encontram-se condicionados a declividade D1 e Agricultura (Ag), o que equivale a 4,80% e 3,97% da área total da bacia respectivamente; **(b)** Em torno de 26,23% do Argissolo, 36,13% do Latossolo e 34,52% do Organossolo encontram-se condicionados a existência de declividade D1 em Campo ou pastagem (Cp), o que equivale a 3,54%, 4,88% e 4,67% da área total da bacia, respectivamente; **(c)** O Cambissolo predominou em relação aos outros tipos de solo, quando condicionado a declividade acima de 20% (D4 a D5) e uso e ocupação com Florestas ou áreas seminaturais (Fs). Se consideradas todas as classes de declividade (D1 a D5) para esta associação de Cambissolo com Florestas ou áreas seminaturais, a representatividade fica em torno de 12,05% do total da área da bacia; **(d)** A declividade entre  $0 < d \leq 6\%$  (D1) contém 96,53% da Área urbana (Au), e desta área, 34,98% e 55,74% encontra-se sobre Latossolo e Organossolo, respectivamente, o que totalizou 10,43% da área total da bacia.



**Legenda:**  
**Classes de solo:** A – Argissolo; C – Cambissolo; L – Latossolo; O – Organossolo; N – Neossolo  
**Classes de declividade (d):** D1 –  $0 < d \leq 6\%$ ; D2 –  $6\% < d \leq 12\%$ ; D3 –  $12\% < d \leq 20\%$ ; D4 –  $20\% < d \leq 30\%$ ; D5 –  $d > 30\%$   
**Classes de uso e ocupação:** Ag – Agricultura; Cp – Campo ou pastagem; Fs – Florestas ou Áreas seminaturais; Sv – Silvicultura; Au – Áreas urbanas; Se – Solo exposto; Ab – Água ou banhado (várzea)

FIGURA 6 – ÁRVORE DE PROBABILIDADE DA NATUREZA, ESTRUTURADA A PARTIR DOS DADOS OBTIDOS COM AS CARTAS DE SOLO, DECLIVIDADE E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO, DA BACIA DO RIO PEQUENO.



**Legenda:**  
**Classes de solo:** A – Argissolo; C – Cambissolo; L – Latossolo; O – Organossolo; N – Neossolo  
**Classes de declividade (d):** D1 – 0 < d ≤ 6%; D2 – 6% < d ≤ 12%; D3 – 12% < d ≤ 20%; D4 – 20% < d ≤ 30%; D5 – d > 30%  
**Classes de uso e ocupação:** Ag – Agricultura; Cp – Campo ou pastagem; Fs – Florestas ou Áreas seminaturais; Sv – Silvicultura; Au – Áreas urbanas; Se – Solo exposto; Ab – Água ou banhado (várzea)

FIGURA 7 – ÁRVORE DE PROBABILIDADE DO INTERESSADO, ESTRUTURADA A PARTIR DOS DADOS OBTIDOS NAS CARTAS DE SOLO, DECLIVIDADE E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO, DA BACIA DO RIO PEQUENO.

## CONCLUSÕES

As Florestas e áreas seminaturais estão sendo preservadas em mais de 70,93% das áreas na classe de declividade maior do que 12% da bacia do rio Pequeno.

A evolução da ocupação na bacia do rio Pequeno mostrou aumento da urbanização, da exploração agrícola e de solo exposto em 12% da área. Conseqüentemente, parte da área ocupada com vegetação natural em 2000 foi reduzida para 11% em 2006, tornando a área mais sensível à exposição dos processos erosivos.

As atividades agrícolas predominam no baixo curso do rio Pequeno, associadas à Organossolo (5%) e Latossolo (4%), podendo haver impactos negativos significativos ao ambiente nas áreas cultivados com Organossolo, devido à fragilidade e baixo potencial agrícola deste tipo de solo.

## AGRADECIMENTOS

Ao INPE, pelo fornecimento das imagens de satélites para o auxílio na elaboração do mapa de uso e ocupação do solo da área de estudo.

## REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C.V.; DALARMI, O.; LARA, A.I.; ANDREOLI, F.N. Mananciais de Abastecimento do Sistema Integrado da Região Metropolitana de Curitiba – RMC. In. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9., 2000, Porto Seguro, BA. *Anais...* Porto Seguro, BA, 2000. p. 196-205.

BRISKI, S. J. *Análise do meio físico como suporte ao planejamento ambiental e gestão territorial do alto curso da bacia hidrográfica do rio Iguaçu – PR (considerando os aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos)*. 2004. 206 f. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

CAIXETA-FILHO, J.V. *Pesquisa operacional: técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais*. São Paulo: Atlas, 2001. 171p.

CHUEH, A. M. *Análise do uso do solo e degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Pequeno – São José dos Pinhais/PR, por meio do diagnóstico físico-conservacionista – DFC*. 2004. 102 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

COMEC – Coordenadoria da Região Metropolitana de Curitiba, Estado do Paraná. *Cartas planialtimétricas*, 1:10.000, 1976.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. (Rio de Janeiro – RJ). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 1. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

IBGE – **Cidades@** 2006. Disponível em: [www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php). Acesso em: 10 abr. 2008.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *SPRING Realise, versão 4.2*. São Paulo, 2007, conceitos cartográficos.

LEPSCH, I. F. *Formação e conservação dos solos*. São Paulo: Oficinas de Textos, 2002, 178p.

MAACK, R. *Geografia Física do Estado do Paraná*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1968. 450p.

ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1983, 434p.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do departamento de geografia*, São Paulo, n. 08, p. 63-74. 1994.

ROSTAGNO, L. S. C. *Caracterização de uma paisagem na área de influência do reservatório da usina hidrelétrica do Funil, Ijaci-MG*. 1999. 66 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

SANTOS, A. F. *Práticas da Agricultura Familiar, o Uso e Ocupação do Solo e Qualidade da Água: a Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno – São José dos Pinhais-PR*. 2006. 213 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SOARES, M. R. G. J. *Potencial de uso agrícola e fragilidade ambiental como instrumentos voltados ao planejamento da bacia do rio Pequeno – Paraná*. 2008. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.