

ESTIMATIVA DA VEGETAÇÃO NATURAL POTENCIAL NA ÁREA DE DRENAGEM DA BAÍA DE ANTONINA

Eduardo Vedor de Paula*, Leonardo José Cordeiro Santos**, Frédéric Bertrand***, Brice Anselme****

*Geógrafo, Doutorando em Geografia, UFPR - edugeo@ufpr.br

**Geógrafo, Dr., Depto. de Geografia, UFPR - santos@ufpr.br

***Geógrafo, Dr., Universidade de Paris 1 Panthéon Sorbonne - frederic.bertrand@univ-paris1.fr

****Oceanógrafo, Dr., Universidade de Paris 1 Panthéon Sorbonne - brice.anselme@univ-paris1.fr

Recebido para publicação: 16/05/2007 – Aceito para publicação: 15/10/2007

Resumo

As alterações produzidas pelo homem nas bacias hidrográficas que escoam para a baía de Antonina devem ser destacadas, sobretudo quando se observa um cenário de desenvolvimento de processos erosivos e de assoreamento da referida baía. Os objetivos deste trabalho consistiram na elaboração da carta de Vegetação Natural Potencial, e na comparação desta com a cobertura vegetal e uso da terra recente. Para a confecção da carta de Vegetação Natural Potencial, foram considerados aspectos altimétricos e geológicos, validados a partir dos remanescentes vegetais existentes na área de drenagem da baía de Antonina. A elaboração da mencionada carta em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas, além de possibilitar seu uso em estudos de modelagem hidrológica, também permite sua utilização em projetos de recuperação de áreas degradadas, sobretudo na orientação de quais espécies vegetais devem ser plantadas em cada localidade. A partir dos resultados obtidos, nota-se que, em números relativos, os compartimentos vegetais mais degradados foram os situados na planície litorânea, com exceção dos manguezais, cujos solos associados não são aptos à agricultura. Percebe-se também a expansão da agricultura sobre a Floresta Ombrófila Densa Submontana, situada acima de 20 m, a qual denotou a maior degradação em números absolutos (430,16 km²).

Palavras-chave: Assoreamento; carta de vegetação natural potencial; SIG.

Abstract

Estimate of the natural vegetation potential at Antonina bay's drainage area. Changes man produce to the hydrographic basins that flow to the Antonina Bay must be pointed out, especially when there is a scenario in which the erosive and silting processes develop up in the mentioned bay. The objectives with this work consisted in elaborating the Potential Natural Vegetation chart and in comparing it with the recent vegetation coverage and land use. To elaborate the Potential Natural Vegetation chart we considered geological and altimetric aspects, and they were validated considering the remaining vegetation that exists in Antonina Bay's drainage area. The elaboration of the aforementioned chart within a setting of Geographical Information Systems allows its use in hydrologic modelling studies, as well as its use in project for the recuperation of degraded areas, especially by supplying information about what plant species should be planted at each location. From the results obtained one can notice that, in relative figures, the most degraded plant classes were those located at the coastal flatlands, with the exception of the marsh areas whose associated soils are not apt to agriculture. One may also notice the expansion of agriculture over the Sub-mountain Ombrophile Dense Forest located above 20m, which showed the greatest degradation in absolute figures (430.16 km²).

Keywords: Silting; potential natural vegetation chart; geographical information systems.

INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais vêm atingindo dimensões expressivas em todas as escalas de análise, comprometendo o estado de relativa estabilidade dos ecossistemas. Os reflexos sentidos, sobretudo no âmbito socioeconômico, direcionam a tomada de consciência desses problemas pelo homem, o que torna necessária a condução, por parte da comunidade científica, de trabalhos que busquem soluções para os impactos ambientais provocados pela sociedade.

Dentre os vários problemas ambientais, a erosão acelerada dos solos deve ser destacada, uma vez que, conforme Guerra; Mendonça (2004), causa prejuízos ao meio ambiente e à sociedade, tanto no local (*onsite*) onde os processos ocorrem como em áreas próximas ou afastadas (*offsite*). Como exemplo, tem-se o assoreamento de rios, represas, barragens e ambientes estuarinos.

Em locais com elevada declividade, solos rasos e expressivos índices pluviométricos, a exemplo do que ocorre na Serra do Mar, há consideráveis registros de deslizamentos naturais, sendo que a retirada da cobertura vegetal amplia a frequência e a magnitude desses eventos. Assim, pode-se afirmar que além da erosão dos solos, os movimentos de massa também desempenham papel relevante no desenvolvimento de processos de assoreamento, tal como vem ocorrendo na região da baía de Antonina, localizada no Complexo Estuarino de Paranaguá.

Odriski (2002) realizou estudo sobre o assoreamento na baía de Antonina, efetuando comparação de plantas batimétricas históricas (1901) com cartas náuticas mais recentes para a região (1979). Nesse estudo, ficou evidenciada uma tendência geral de assoreamento para quase toda a baía. O volume depositado, entre 1901 e 1979, na área abrangida pelos levantamentos batimétricos (cerca de 25 km²), ficou em torno de 60 x 106 m³, ou 769.230 m³ por ano (desprezando-se a diferença entre o nível de redução dos levantamentos).

Ao resgatar o histórico das dragagens no canal de acesso aos Terminais Portuários da Ponta do Félix (TPPF), localizado em Antonina, Soares; Lamour (2006) estimaram no tempo e no espaço a sua taxa de assoreamento, verificando seu aumento. Para o período entre julho de 2000 e março de 2001, verificou-se uma taxa de assoreamento em torno de 87.121,25 m³/mês. Entre essa última data e outubro de 2002, a taxa mensal de assoreamento calculada foi de aproximadamente 135.458,7 m³, enquanto que, entre maio de 2004 e julho de 2005, verificou-se uma taxa aproximada de 135.811 m³/mês. Maiores detalhes da descrição das atividades de dragagem e taxas de assoreamento nos canais de navegação dos portos costeiros paranaenses podem ser consultados em Lamour; Soares (2007).

No âmbito do Programa CAD (Contaminantes, Assoreamento e Dragagens), descrito em Boldrini (2007), está sendo efetuada a identificação dos aspectos físico-naturais e antrópicos relevantes que justificam o crescente assoreamento da baía de Antonina, conforme se verifica em Paula; Cunico (2007).

Os objetivos deste trabalho consistiram na elaboração da carta de Vegetação Natural Potencial e na comparação desta com a cobertura vegetal e o uso da terra recente. As alterações produzidas pelo homem nas bacias hidrográficas que escoam para a baía de Antonina (Figura 1) devem ser realçadas, quando se busca compreender a origem do processo de assoreamento. Assim, a comparação entre a carta de cobertura vegetal natural potencial e o mapeamento recente do uso da terra, o qual foi realizado pelo Programa Pró-Atlântica (PARANÁ, 2002), a partir da classificação de imagens do satélite *Landsat ETM 7*, referentes ao dia 26/08/1999, consiste numa alternativa importante de investigação.

MATERIAL E MÉTODO

A baía de Antonina é a localidade em que o Oceano Atlântico mais adentra a costa brasileira, sendo demarcada a partir das ilhas de Ponta Grossa e do Teixeira, estando situada a oeste dessas ilhas.

Para a delimitação da área de drenagem da baía de Antonina e das ilhas nela contidas, fez-se uso das cartas topográficas da DSG (Diretoria de Serviços Geográficos do Exército Brasileiro), elaboradas na escala 1:25.000, no ano de 2002. A área continental em análise soma 1.501,1 km², com perímetro de 313,2 km, enquanto que as ilhas totalizam 7,1 km². Vale ressaltar que os canais que deságuam na baía com largura inferior a 150 metros foram classificados como parte da rede hidrográfica.

No que se refere ao conceito de vegetação potencial, verifica-se que ele está intimamente relacionado ao conceito de clímax e à valorização das paisagens, levando-se em consideração sua evolução no tempo e no espaço (FÁVERO *et al.*, 2004). Bolos y Capdevilla (1990) definem clímax não como a etapa rigorosamente final de uma região, mas como a vegetação estável que existia, ou que possa existir, em áreas sujeitas a condições típicas da região, em termos de solo, relevo e clima. Portanto, a Vegetação Natural Potencial pode ser compreendida como a máxima expressão que a vegetação atingiria se tivesse possibilidade de se desenvolver sem a interferência do ser humano, considerando-se os atuais limites dados pelo clima e pelas condições edáficas (FÁVERO *et al.*, 2004).

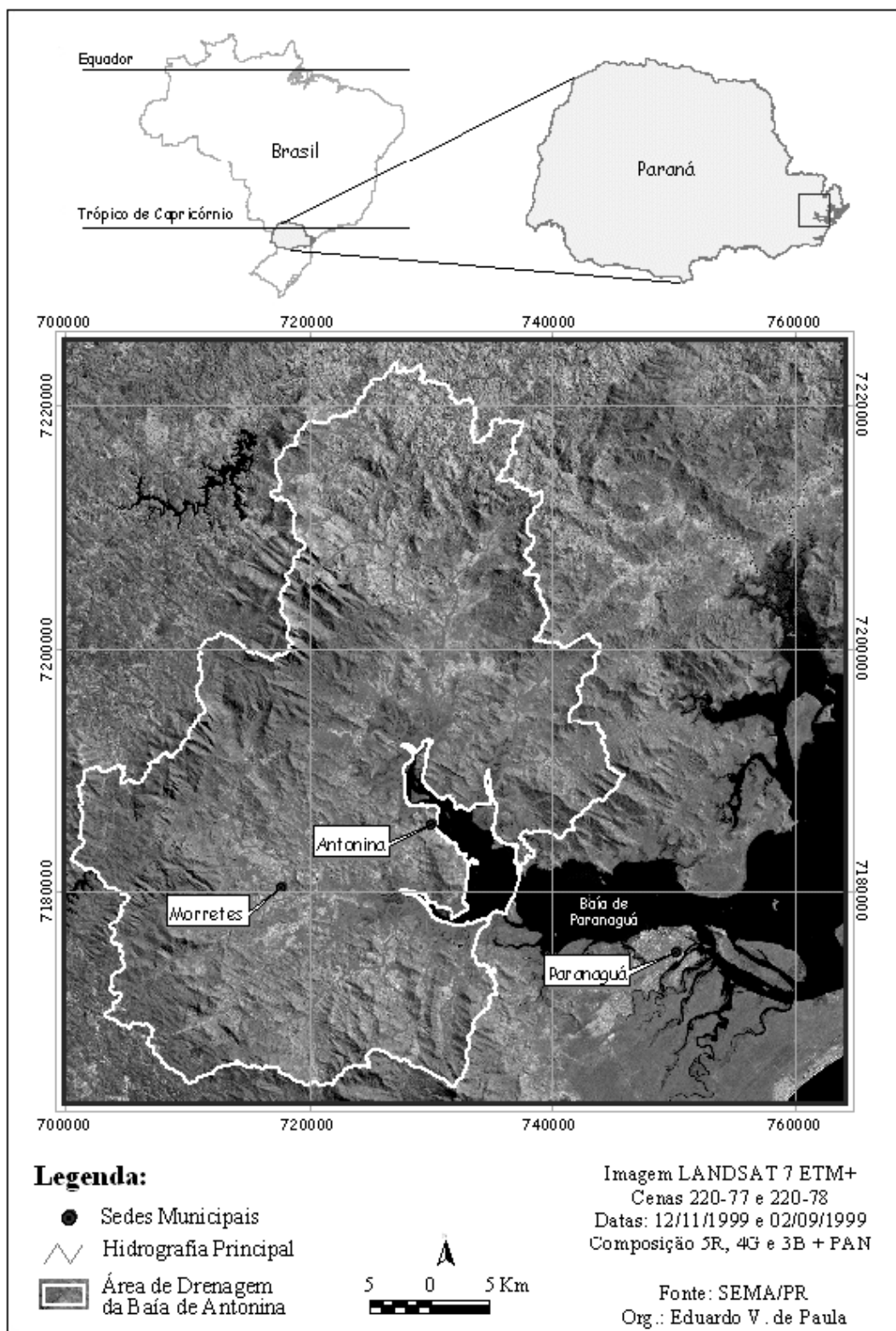


Figura 1. Localização da área de estudo.
Figure 1. Location of the study area.

As ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrarem dados obtidos de diversas fontes em diferentes formatos, criando bancos de dados georreferenciados (MEDEIROS, 1999). Nesse sentido, o processamento dos dados ambientais considerados neste trabalho foi efetuado com o auxílio do software de SIG, denominado ArcView 3.2.

Para a confecção da carta de Vegetação Natural Potencial, procurou-se seguir as proposições metodológicas abaixo descritas, elaboradas por Fupef (2003) e utilizadas por Domingues (2004) na bacia hidrográfica do rio Tagaçaba/PR, para a determinação das unidades espaciais favoráveis à ocorrência de cada tipologia vegetal. As mencionadas proposições metodológicas apontam que, dentre os condicionantes físicos de maior influência para o desenvolvimento de cada formação vegetal, destaca-se primeiramente a altitude do terreno, a qual reflete as características climáticas regionais e locais, seguida da pedologia¹ e da geologia.

A construção da mencionada carta para a área de drenagem da baía de Antonina foi iniciada a partir de cartas vetorizadas do mapeamento da Floresta Atlântica do Paraná produzidas pela SEMA, por meio do programa Pró-Atlântica (PARANÁ, 2002). Delas foram extraídas delimitações que indicassem tipologias definidas pelo sistema primário de classificação da vegetação brasileira adotado pelo IBGE (1992), uma vez que, para essas áreas que se encontram preservadas, não se fez necessário estimar a vegetação potencial. Dessa forma, sobre o mapa da cobertura vegetal e uso do solo atual², foram mantidas as áreas que remetiam ao sistema secundário de classificação da vegetação, assim como todas as áreas em uso antrópico, como agricultura e pecuária. Nessa etapa, foram utilizados recursos de edição espacial disponíveis na ferramenta *GeoProcessing Wizard* do ArcView 3.2, quais sejam: *Clip*, *Intersect* e *Dissolve*.

A etapa seguinte consistiu na delimitação dos compartimentos de vegetação potencial, a partir das informações hipsométricas e geológicas internas às áreas a serem estimadas. De modo resumido, tem-se na tabela 1 as características hipsométricas e geológicas, consideradas para a confecção da carta de Vegetação Natural Potencial. A literatura utilizada para a identificação das mencionadas características foi IBGE (1992), Leite (1994), Roderjan *et al.* (2002), Paraná (2002) e Paraná (2003). Na figura 2, estão esquematicamente representadas as principais variações de vegetação que ocorrem na área em análise.

Para a elaboração da carta hipsométrica, ilustrada na figura 3.1, utilizaram-se cartas topográficas elaboradas pela DSG (Diretoria de Serviços Geográficos do Exército Brasileiro), na escala 1:25.000, das quais extraíram-se as curvas de nível de 20, 600 e 1200 metros. Essas curvas foram convertidas em polígonos, por meio de comandos disponíveis na extensão do ArcView 3.2 denominada *X-Tools*. Na seqüência, foi confeccionada a carta geológica da área em estudo, representada na figura 3.2. Para tanto, tomou-se por referência o mapeamento realizado pela Mineropar (PARANÁ, 2003), cuja escala é 1:50.000.

Dessas cartas (hipsométrica e geológica), foram selecionadas somente as áreas a serem estimadas, conforme se observa nas figuras 3.3 e 3.4. Sobre as feições selecionadas e tomando-se por referência as informações disponíveis na tabela 1, efetuou-se a delimitação da Vegetação Natural Potencial, de tal forma que os polígonos classificados como “< 20m e QHa, QHa1, QHa2” receberam a denominação de Floresta Ombrófila Densa Aluvial; “< 20 m e QHmo, QHcs, Qm” passaram a ser denominados de Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas; “20–600 m” foram denominados de Floresta Ombrófila Densa Submontana; e assim por diante (Tabela 1).

É importante mencionar que não foram encontrados Campos de Altitude em áreas degradadas. Assim, quando estas ocorriam acima de 1.200 m imediatamente foram classificadas como Floresta Ombrófila Densa Altomontana. Quanto à Floresta Ombrófila Densa Montana e à Floresta Ombrófila Mista Montana que se desenvolvem no mesmo patamar hipsométrico, podendo também se desenvolver sob aspectos geológicos similares, para diferenciá-las confeccionaram-se polígonos sobre as manchas remanescentes da segunda formação citada, as quais ocorrem apenas na face oeste da Serra do Mar, ou seja, no Planalto de Curitiba. Dessa forma, as áreas internas a esses polígonos referiram-se às porções degradadas da Floresta Ombrófila Mista Montana.

¹ Devido à ausência de mapeamento pedológico compatível com a escala do mapa de cobertura vegetal utilizado, esse fator não foi levado em consideração no presente trabalho.

² O mapa de cobertura vegetal e de uso do solo atual está descrito nos resultados e representado na Figura 4.

Tabela 1. Características principais das formações vegetais consideradas no mapeamento da vegetação natural potencial da área de drenagem da baía de Antonina.

Table 1. Main features of the vegetation formations considered in the mapping of the Antonina bay's drainage area's potential natural vegetation.

| Compartimento vegetal | Hipsometria | Geologia na planície |
|---|-------------|----------------------|
| Floresta Ombrófila Densa Aluvial | < 20 m | QHa, QHa1, QHa2 |
| Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas | < 20 m | QHmo, QHcs, Qm |
| Floresta Ombrófila Densa Submontana | 20–600 m | outros |
| Floresta Ombrófila Densa Montana | 600–1200 m | * |
| Floresta Ombrófila Densa Altomontana | >1200 m | * |
| Áreas de Campos de Altitude | >1200 m | * |
| Floresta Ombrófila Mista Montana | 600–1200 m | * |
| Formações Pioneiras de Influência Fluvial | < 20 m | QHc, Qt, Ta |
| Formações Pioneiras de Influência Marinha | < 20 m | QAr |
| Formações Pioneiras de Influência Fluviomarinha | < 20 m | QHmg |

* Informações geológicas não consideradas na estimativa desses compartimentos vegetais.

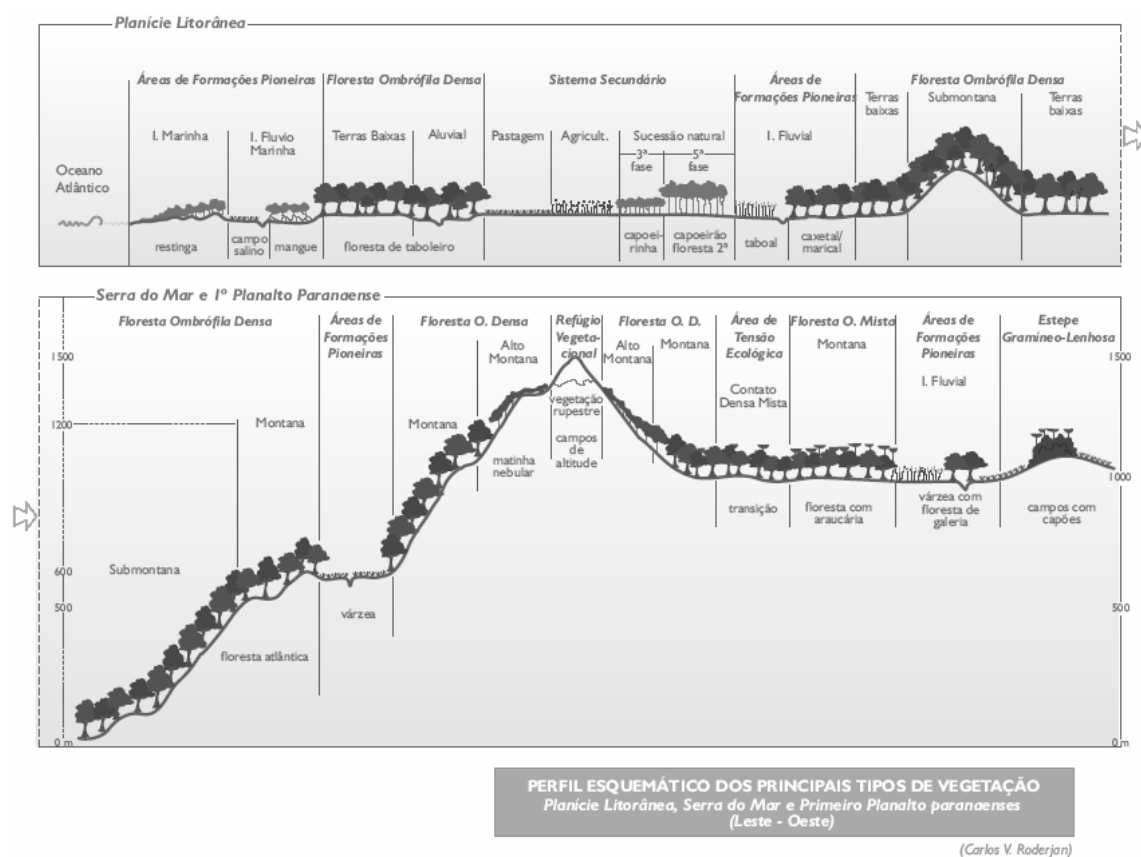


Figura 2. Perfil esquemático dos principais tipos de vegetação (Paraná, 2002).

Figure 2. Schematic profile of the main classes of vegetation (Paraná, 2002).

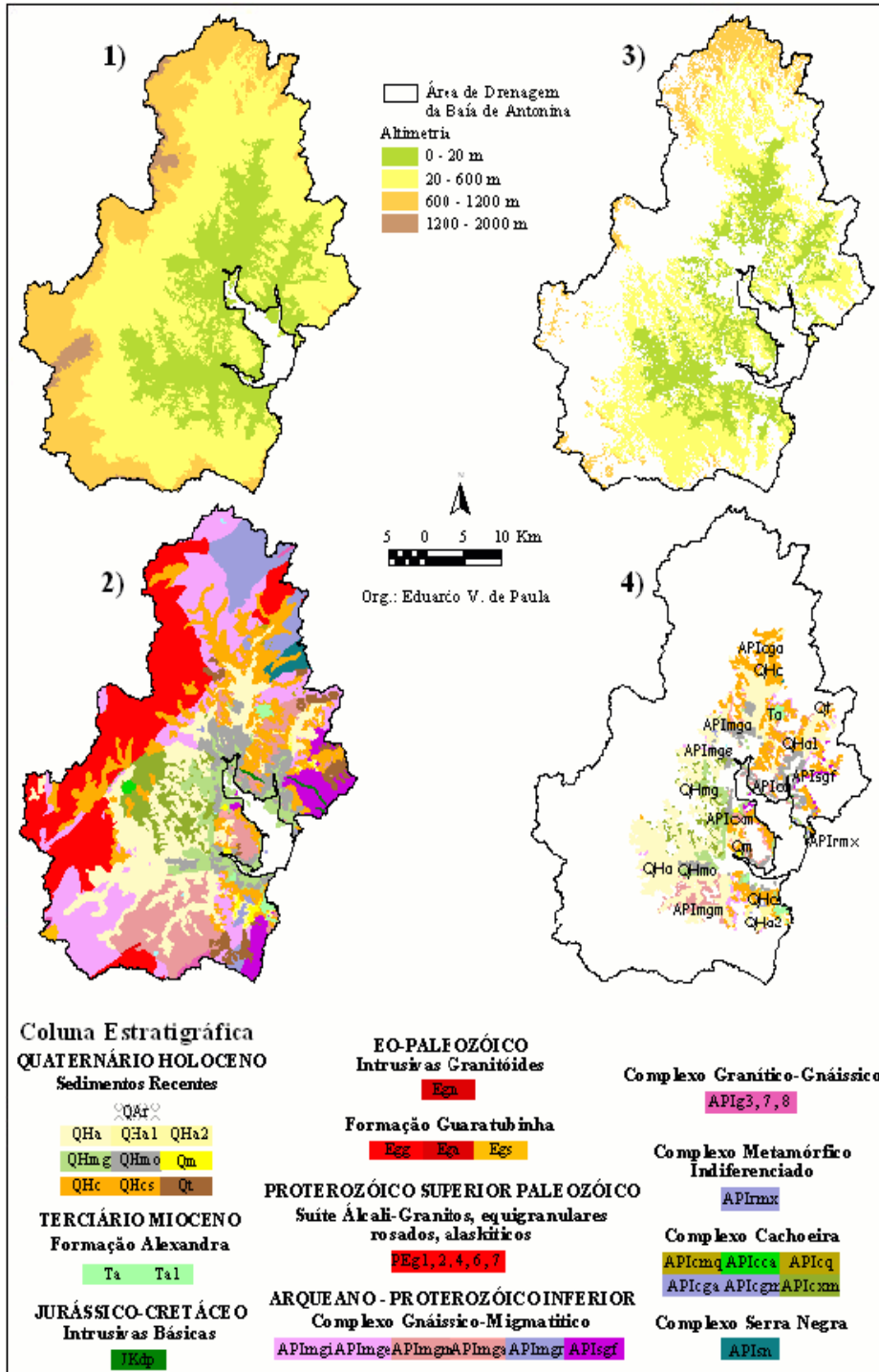


Figura 3. Características principais das formações vegetais da área de drenagem da baía de Antonina. 1) hipsometria da área total; 2) geologia da área total; 3) hipsometria da área a ser estimada; 4) geologia da área a ser estimada.

Figure 3. Main features of the vegetation formations in the Antonina bay's drainage area. 1) total area hypsometry; 2) total area geology; 3) hypsometry of the area to be estimated; 4) geology of the area to be estimated.

RESULTADOS

Validação da metodologia adotada

Quanto à relação existente entre a variação altimétrica do relevo e as formações vegetais remanescentes na região, conforme se observa na tabela 2 (números em negrito), a maior parte dos compartimentos vegetais demonstra estar em acordo com limites altimétricos propostos na literatura. Um percentual superior a 92% está contemplado por tais limites. Em alguns casos, esse percentual atinge 100%, como nos compartimentos de Floresta Ombrófila Mista Montana e Formações Pioneiras de Influência Marinha. Todavia, deve-se ressaltar que a transição entre os compartimentos vegetais é gradual, o que justifica o fato de algumas tipologias apresentarem percentuais fora dos limites altimétricos propostos. Nesse sentido, convém destacar a suave transição entre a Floresta Ombrófila Densa Montana e a Floresta Ombrófila Densa Altomontana e/ou com os Campos de Altitude, fato que explica o porquê de cerca de 30% desses dois últimos compartimentos estarem fora dos limites propostos.

Tabela 2. Distribuição dos diferentes tipos de formação vegetal primária em relação às classes hipsométricas na área de drenagem da baía de Antonina.

Table 2. Distribution of the different types of primary plant formation in relation to the hypsometric classes at the Antonina bay's drainage area.

| Compartimento | | 0-20 m | 20-600 m | 600-1200 m | >1200 m |
|---|-----------------|--------|----------|------------|---------|
| Floresta Ombrófila Densa Aluvial | km ² | 19,1 | 0,9 | * | * |
| | % | 95,3 | 4,7 | * | * |
| Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas | km ² | 25,4 | 0,1 | * | * |
| | % | 99,8 | 0,2 | * | * |
| Floresta Ombrófila Densa Submontana | km ² | 21,6 | 378,2 | 4,9 | * |
| | % | 5,3 | 93,5 | 1,2 | * |
| Floresta Ombrófila Densa Montana | km ² | * | 6,2 | 220,5 | 10,8 |
| | % | * | 2,6 | 92,9 | 4,5 |
| Floresta Ombrófila Densa Altomontana | km ² | * | * | 8,4 | 19,1 |
| | % | * | * | 30,6 | 69,4 |
| Áreas de Campos de Altitude | km ² | * | * | 2,3 | 5,2 |
| | % | * | * | 30,9 | 69,1 |
| Floresta Ombrófila Mista Montana | km ² | * | * | 23,7 | * |
| | % | * | * | 100,0 | * |
| Formações Pioneiras de Influência Fluvial | km ² | 12,1 | 0,9 | * | * |
| | % | 93,4 | 6,6 | * | * |
| Formações Pioneiras de Influência Marinha | km ² | 0,3 | * | * | * |
| | % | 100,0 | * | * | * |
| Formações Pioneiras de Influência Flúviomarinha | km ² | 42,7 | 0,0 | * | * |
| | % | 99,9 | 0,1 | * | * |

* Formação vegetal não encontrada nessa unidade hipsométrica.

As características geológicas foram consideradas apenas para a planície litorânea, devido à ocorrência de seis compartimentos vegetais nessa unidade geomorfológica. Na tabela 3, tem-se representada a relação entre os remanescentes dos compartimentos vegetais encontrados na planície (porções inferiores a 20 metros de altitude), com as unidades geológicas respectivas.

Em decorrência da ausência de mapeamento pedológico em nível de detalhe compatível com a escala do presente trabalho, somada à expressiva variabilidade espacial das unidades geológicas encontradas na porção de planície e à existência de unidades muito reduzidas em termos de área absoluta, nota-se, na tabela 3 (valores em negrito), percentuais dos limites geológicos em relação aos compartimentos de vegetação menores que aqueles percebidos para a hipsometria.

Analisando-se a tabela 3, observa-se relação entre: 1) as Formações Pioneiras de Influência Flúviomarinha, com sedimentos flúviomarinhos associados a manguezais (QHmg), cuja área de sobreposição foi de 32,71 km², ou seja, 73,34% da área total dessa classe geológica; 2) a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas com sedimentos argilo-siltico-arenosos paleoestuarinos (QHmo), contendo 12,34 km² de sobreposição, o que representa 53,06% da área total dessa classe; 3) as Formações Pioneiras de Influência

Fluvial e as unidades geológicas constituídas pelos depósitos de tálus (Qt), com 87,75% de sobreposição, pelos depósitos de colúvio (QHc), com 36,26% e pela Formação Alexandra (Ta), com 70,64%; 4) a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e cascalheiras continentais retrabalhadas (QHcs), com 80,68% de sobreposição, e sedimentos arenosos de origem marinha indiferenciados (Qm), com 42,95%; 5) a Floresta Ombrófila Densa Aluvial e os sedimentos aluviais (QHa, QHa1 e QHa2), com 32,65%.

Tabela 3. Distribuição dos diferentes tipos de formação vegetal primária em relação às classes geológicas na porção de planície (< 20 m), na área de drenagem da baía de Antonina.

Table 3. Distribution of the different types of primary plant formation in relation to the geologic classes at the flatland portion (< 20 m) in the Antonina Bay's drainage area

| Compartimento | Aluviões | QHc | QHcs | QHmg | QHmo | Qm | Qt | Ta | CGM | CC | Outros | |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| F.O.D. Aluvial | 8,84 | 1,32 | * | 4,21 | 4,46 | 0,07 | * | 0,01 | 0,27 | 0,31 | * | km ² |
| | 32,65 | 13,8 | * | 9,4 | 19,2 | 22,6 | * | 2,9 | 4,3 | 12,6 | * | %** |
| F.O.D. Terras Baixas | 3,27 | 1,58 | 0,99 | 6,01 | 12,34 | 0,13 | * | * | 0,51 | 0,08 | 0,06 | km ² |
| | 12,08 | 16,50 | 80,68 | 13,48 | 53,06 | 42,95 | * | * | 7,98 | 3,24 | 14,59 | %** |
| F.P.I. Fluvial | 4,92 | 3,47 | 0,09 | 0,90 | 1,24 | * | 0,06 | 0,30 | 1,33 | 0,12 | 0,06 | km ² |
| | 18,17 | 36,26 | 7,25 | 2,02 | 5,33 | * | 87,75 | 70,64 | 20,97 | 4,94 | 15,65 | %** |
| F.P.I. Marinha | * | * | 0,04 | 0,13 | 0,09 | * | * | * | 0,01 | 0,00 | 0,02 | km ² |
| | * | * | 3,59 | 0,29 | 0,37 | * | * | * | 0,13 | 0,12 | 5,57 | %** |
| F.P.I. Fluviomarinha | 2,25 | 0,29 | 0,10 | 32,71 | 4,75 | 0,10 | * | 0,03 | 0,32 | 0,25 | 0,04 | km ² |
| | 8,30 | 3,02 | 8,48 | 73,34 | 20,44 | 31,48 | * | 7,64 | 5,10 | 10,00 | 11,14 | %** |
| F.O.D. Submontana | 7,80 | 2,91 | * | 0,64 | 0,38 | 0,01 | 0,01 | 0,08 | 3,90 | 1,71 | 0,20 | km ² |
| | 28,80 | 30,41 | * | 1,43 | 1,63 | 2,95 | 12,25 | 18,85 | 61,57 | 69,06 | 53,05 | %** |

* Formação vegetal não encontrada nessa unidade geológica. ** Percentual em relação à área total do compartimento geológico.

Apesar de a Floresta Ombrófila Densa Submontana ser encontrada predominantemente entre as altitudes de 20 a 600 metros, nota-se que 5,3% dela, conforme a tabela 2, localizam-se em altitudes inferiores a 20 metros. De acordo com a tabela 3, verificou-se que essas porções podem estar associadas a rochas do Complexo Cachoeira (CC), já que em 69,06% dessa classe geológica foi encontrada a Floresta Ombrófila Densa Submontana. Nas rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico (CGM), esse compartimento vegetal foi encontrado em 61,57%. Nas demais formações geológicas³ existentes nas áreas de remanescentes vegetais na planície litorânea, verificou-se a ocorrência de Floresta Ombrófila Densa em 53,05%.

Cobertura Vegetal e Uso da Terra na área de drenagem da baía de Antonina em 1999

A partir da Carta de Cobertura Vegetal e Uso da Terra de 1999, ilustrada na figura 4, nota-se que 802,62 km² correspondem a vegetação preservada, incluindo-se, segundo o Sistema Primário de Classificação da Vegetação Brasileira, as regiões fitoecológicas, áreas de formações pioneiras e áreas de campos de altitude. Os demais 697,28 km² referem-se a porções de sucessão vegetal e uso antrópico. Na tabela 4, encontram-se quantificadas as áreas de cada classe existente na região em análise. Informações em maior nível de detalhe sobre cada uma das formações vegetais encontradas na área de drenagem da baía de Antonina podem ser encontradas em Paraná (2002, p. 37–50).

Vegetação Natural Potencial nas bacias de drenagem da baía de Antonina

Observando-se a carta de Vegetação Natural Potencial das bacias de drenagem da baía de Antonina, ilustrada na figura 5, bem como os dados disponíveis na tabela 5, é notória a predominância da Floresta Ombrófila Densa Submontana, que detém 53,7% da área total, ou seja, cerca 834,85 km². Em seguida tem-se a Floresta Ombrófila Densa Montana, com 20,52%, a Floresta Ombrófila Densa Aluvial, com 8,82%, e a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, com 2,83%. A Floresta Ombrófila Mista Montana soma cerca de 30,6 km² (1,97%), enquanto que a Floresta Ombrófila Densa Altomontana detém somente 1,84% e os Campos de Altitude 0,48%. As Formações Pioneiras somadas recobrem 6,33% da área total.

³ As demais formações geológicas referem-se ao Complexo Metamórfico (APIrmx), ao Complexo Serra Negra (APIsn) e às rochas Intrusivas Básicas (JKdp).

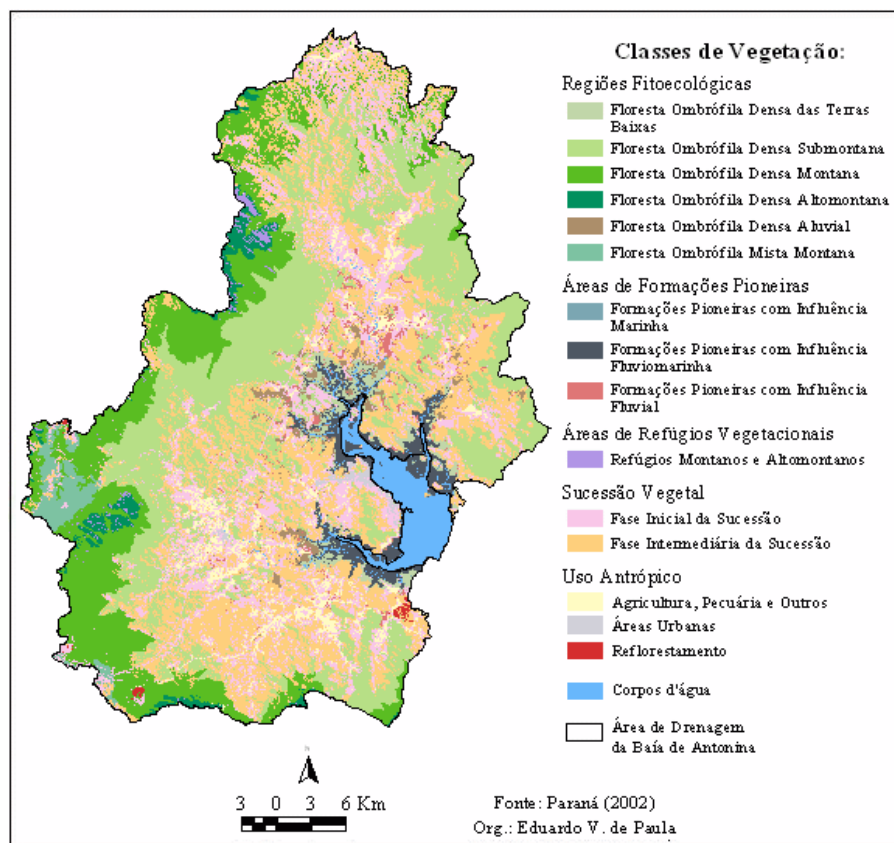


Figura 4. Carta de Cobertura Vegetal e Uso da Terra na área de drenagem da baía de Antonina (1999).
Figure 4. Vegetation Coverage and Land Use Chart at the Antonina bay's drainage area (1999).

Tabela 4. Cobertura vegetal e uso da terra na área de drenagem da baía de Antonina, em 1999.
Table 4. Vegetation Coverage and Land Use at the Antonina bay's drainage area (1999).

| Classe | Área Km ² | % |
|---|----------------------|--------|
| Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas | 25,47 | 1,64 |
| Floresta Ombrófila Densa Submontana | 404,69 | 26,03 |
| Floresta Ombrófila Densa Montana | 237,41 | 15,27 |
| Floresta Ombrófila Densa Altomontana | 27,51 | 1,77 |
| Floresta Ombrófila Densa Aluvial | 20,02 | 1,29 |
| Floresta Ombrófila Mista Montana | 23,74 | 1,53 |
| Formações Pioneiras com Influência Marinha | 0,30 | 0,02 |
| Formações Pioneiras com Influência Fluviomarina | 43,10 | 2,77 |
| Formações Pioneiras com Influência Fluvial | 12,92 | 0,83 |
| Campos de Altitude | 7,47 | 0,48 |
| Fase Inicial da Sucessão | 241,84 | 15,56 |
| Fase Intermediária da Sucessão | 391,53 | 25,19 |
| Agricultura, Pecuária e Outros | 56,41 | 3,63 |
| Áreas Urbanas | 5,24 | 0,34 |
| Reflorestamento | 2,29 | 0,15 |
| Corpos d'água | 54,68 | 3,52 |
| Total | 1554,61 | 100,00 |

É pertinente ressaltar que a coluna referente à cobertura vegetal preservada em 1999, mencionada na tabela 5, é relativa aos compartimentos vegetais pertencentes ao sistema primário de classificação da vegetação brasileira, não sendo, portanto, estimada a partir da metodologia descrita. Assim, a última coluna dessa tabela é correspondente à soma das áreas preservadas com as áreas estimadas de cada formação vegetal interna à região em análise.

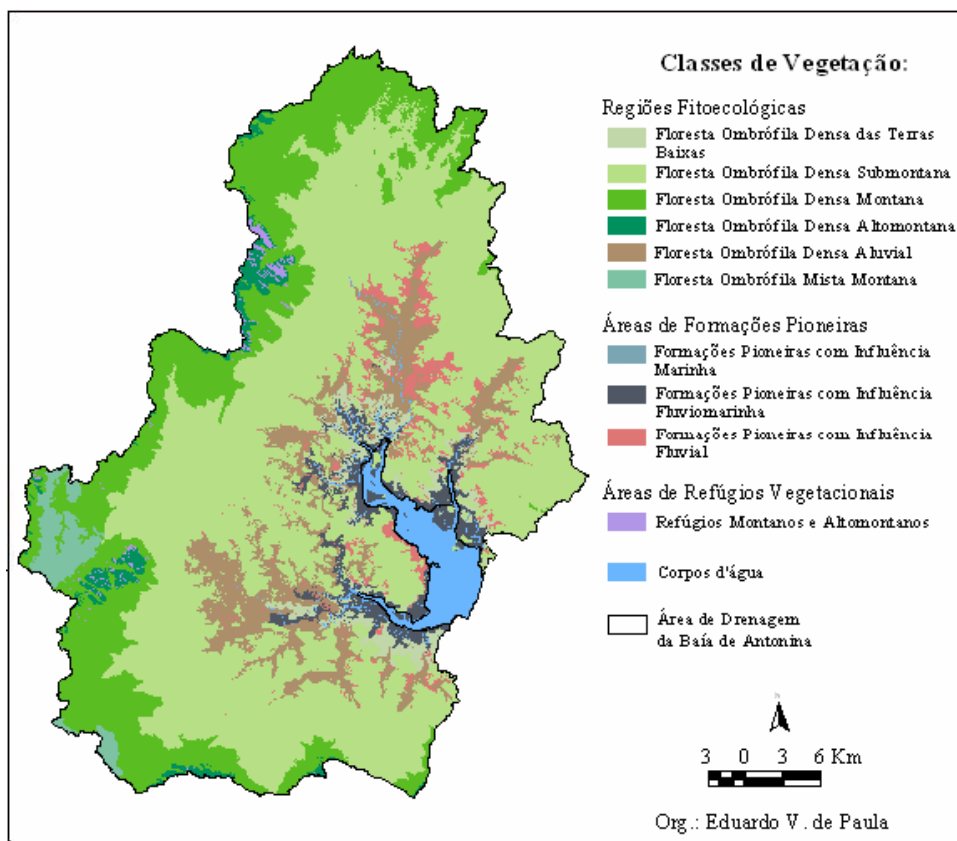


Figura 5. Vegetação Natural Potencial na área de drenagem da baía de Antonina.

Figure 5. Potential Natural Vegetation at the Antonina bay's drainage area.

Tabela 5. Cobertura Vegetal Preservada, Estimada e Potencial da área de drenagem da baía de Antonina.
Table 5. Preserved, Estimated and Potential Vegetation Coverage of the Antonina bay's drainage area.

| Compartimento | Cobertura Preservada em 1999 | | Cobertura Estimada | | Cobertura Potencial (Preservada + Estimada) | |
|----------------------|------------------------------|---------------|----------------------|---------------|---|---------------|
| | Área km ² | % | Área km ² | % | Área km ² | % |
| Campos de Altitude | 7,47 | 0,87 | 0,00 | 0,00 | 7,47 | 0,48 |
| Corpos d'água | 54,68 | 6,38 | 0,00 | 0,00 | 54,68 | 3,52 |
| F.O.D. Altomontana | 27,51 | 3,21 | 1,11 | 0,16 | 28,62 | 1,84 |
| F.O.D. Aluvial | 20,02 | 2,33 | 117,04 | 16,79 | 137,06 | 8,82 |
| F.O.D. Montana | 237,41 | 27,69 | 81,53 | 11,69 | 318,94 | 20,52 |
| F.O.D. Submontana | 404,69 | 47,21 | 430,16 | 61,69 | 834,85 | 53,70 |
| F.O.D.T. Baixas | 25,47 | 2,97 | 18,51 | 2,65 | 43,98 | 2,83 |
| F.O.M. Montana | 23,74 | 2,77 | 6,86 | 0,98 | 30,60 | 1,97 |
| F.P.I. Fluvial | 12,92 | 1,51 | 32,06 | 4,60 | 44,97 | 2,89 |
| F.P.I. Fluviomarinha | 43,10 | 5,03 | 10,00 | 1,43 | 53,10 | 3,42 |
| F.P.I. Marinha | 0,29 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,02 |
| Total | 857,30 | 100,00 | 697,28 | 100,00 | 1554,55 | 100,00 |

Comparação entre as áreas do Sistema Secundário de Vegetação (em 1999) e as respectivas áreas de Cobertura Vegetal Natural Potencial

Na tabela 6, tem-se calculado o atual uso da terra sobre os compartimentos estimados da Vegetação Natural Potencial. No âmbito da agricultura, percebe-se que a área cultivada refere-se a 56,39 km². Dessa área, 48,7% se encontram sobre a Floresta Ombrófila Densa Aluvial e 33,75% sobre a Floresta Ombrófila Densa Submontana.

Tabela 6. Comparação entre as áreas do Sistema Secundário de Vegetação (em 1999) e as respectivas áreas de Cobertura Vegetal Natural Potencial.

Table 6. Comparison between the Vegetation Secondary System areas (1999) and the corresponding areas of Natural Vegetation Potential Coverage.

| Compartimento | Agricultura e Pecuária | | Áreas Urbanas | | Fase da sucessão | | | | Reflorestamento | |
|---------------------|------------------------|--------|---------------|--------|------------------|--------|---------------|--------|-----------------|----------------|
| | Área | % | Área | % | Inicial | | Intermediária | | Área | % |
| | | | | | Área | % | Área | % | | |
| F.O.D. Altomontana | - | - | - | - | 0,42 | 0,17 | 0,69 | 0,18 | - | - |
| F.O.D. Montana | 2,58 | 4,57 | - | - | 34,57 | 14,24 | 43,62 | 11,17 | 0,76 | 33,26 |
| F.O.D. Submontana | 19,03 | 33,75 | 2,27 | 43,26 | 134,54 | 55,41 | 273,64 | 70,06 | 0,68 | 29,80 |
| F.O.D.T. Baixas | 1,42 | 2,52 | 0,07 | 1,26 | 5,60 | 2,31 | 11,37 | 2,91 | 0,05 | 2,01 |
| F.O.D. Aluvial | 27,46 | 48,70 | 0,71 | 13,55 | 48,16 | 19,83 | 40,31 | 10,32 | 0,43 | 18,73 |
| F.O.M. Montana | 0,16 | 0,29 | - | - | 3,87 | 1,59 | 2,60 | 0,67 | 0,23 | 10,24 |
| F.P.I Fluvial | 4,27 | 7,58 | 1,91 | 36,37 | 11,91 | 4,90 | 13,83 | 3,54 | 0,14 | ⁵⁹⁵ |
| F.P.I Fluviomarinha | 1,46 | 2,59 | 0,29 | 5,55 | 3,75 | 1,54 | 4,49 | 1,15 | - | - |
| Total | 56,39 | 100,00 | 5,24 | 100,00 | 242,81 | 100,00 | 390,55 | 100,00 | 2,29 | 100,00 |

As fases de sucessão vegetal demonstram valores expressivos, sendo que para a Fase Inicial tem-se área de 242,81 km², e para a Fase Intermediária, 390,55 km², dos quais 55,41% e 70,06%, respectivamente, estão sobre Floresta Ombrófila Densa Submontana. Assim, esta última formação vegetal detém cerca de 430,16 km² de área degradada (somando-se as áreas das cinco classes de uso da terra descritas na Tabela 6).

Os Campos de Altitude (Refúgios Vegetacionais) e a Floresta Ombrófila Densa Altomontana são as classes mais preservadas, fato este que pode ser atribuído à dificuldade de acesso, baixa potencialidade agrícola dos solos associados e por estarem contempladas quase que totalmente por unidades de preservação. Quanto aos manguezais (Formações Pioneiras de Influência Fluviomarinha), nota-se que 81,24% de sua área estão preservados. No entanto, apesar de a legislação ambiental vigente priorizar a preservação desses ecossistemas, devido à expansão urbana do município de Antonina, é perceptível a crescente realização de aterros sobre essa formação vegetal.

Domingues (2004), ao estudar a evolução do uso e ocupação do solo na bacia do rio Tagaçaba, situado no município de Guaraqueçaba, cujas características vegetais são similares à da região em questão, identificou também o compartimento de Floresta Ombrófila Densa Aluvial como o mais pressionado por atividades agrícolas, apontando até a não-garantia da permanência desse compartimento no interior da bacia. Quanto ao compartimento de Floresta Ombrófila Densa Submontana, a autora percebeu que, apesar de sua predominância espacial, os impactos agrícolas são ínfimos, já que as perturbações antrópicas foram ocasionadas, principalmente, por atividades relacionadas à exploração de recursos florestais.

Em síntese, percebe-se que nas duas áreas a Floresta Ombrófila Densa Aluvial apresenta alto grau de degradação em decorrência do desenvolvimento de atividades agrícolas. Contudo, enquanto na região do Tagaçaba a Floresta Ombrófila Densa Submontana sofre apenas perturbações conseqüentes da extração de recursos florestais, na região da baía de Antonina essa formação vegetal sofre também a pressão da expansão da atividade agropecuária, demonstrando ser justamente a formação mais degradada em termos de área absoluta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, nota-se que em números relativos as classes vegetais mais degradadas foram as situadas na planície litorânea, com exceção dos manguezais, cujos solos associados não são aptos à mencionada exploração agropecuária. Percebe-se também a expansão da agricultura sobre a Floresta Ombrófila Densa Submontana, situada acima de 20 metros de altitude, a qual denotou a maior degradação em números absolutos (430,16 km²). Dessa forma, pode-se inferir que o aumento da ocupação dos solos localizados no sopé da Serra do Mar, em detrimento aos da planície, vem favorecendo o desenvolvimento de movimentos de massa e processos erosivos, os quais proporcionam o assoreamento dos canais de drenagem e da própria baía de Antonina.

Tomando-se por referência as cartas de Cobertura Vegetal e de Uso da Terra de 1999 e de Vegetação Natural Potencial, com o auxílio de recursos de modelagem hidrológica, é possível, em pesquisas futuras, estimar as taxas de assoreamento da baía anterior e posterior à antropização. A primeira carta pode, ainda, ser utilizada como suporte à recuperação de áreas degradadas, sobretudo na orientação de quais espécies vegetais devem ser plantadas em cada localidade. Seria fundamental também analisar a evolução do uso da terra, por meio de fotografias aéreas e imagens orbitais de diferentes datas (devendo-se destacar a necessidade de utilização de imagens recentes), já que classes de vegetação que demonstram áreas preservadas superiores às degradadas podem denotar um vigente processo de degradação, tal como vêm ocorrendo com os manguezais localizados na orla urbana de Antonina.

A metodologia de estimativa da cobertura vegetal potencial das áreas degradadas, para a confecção da carta de Vegetação Natural Potencial das bacias de drenagem da baía de Antonina, mostrou-se eficiente, sobretudo após a realização da validação das características hipsométricas e geológicas associadas a cada classe de vegetação. O uso de recursos de Sistemas de Informações Geográficas possibilitou o processamento de uma grande quantidade de dados de modo otimizado e confiável. Para aperfeiçoamento do método, sugere-se que, a partir do momento em que se dispuser de mapeamento pedológico em escala compatível (1:50.000) para a área de estudo, seja efetuada a validação das classes de solos associadas a cada classe de cobertura vegetal. Assim, a pedologia poderá complementar as informações geológicas, sendo somada à hipsometria na delimitação dos compartimentos de vegetação potencial.

REFERÊNCIAS

- BOLDRINI, E. B. Programa CAD: Contaminantes, Assoreamento e Dragagens no Estuário de Paranaguá. *In*: BOLDRINI, E. B.; SORAES, C. R.; PAULA, E. V. (Orgs.). **Dragagens Portuárias no Brasil: Licenciamento e Monitoramento Ambiental**. Antonina: Governo do Estado do Paraná; SEMA/PR; ADEMADAN; UNIBEM. 2007. p.144-153.
- BÓLOS Y CAPDEVILLA, J. O. Fitocenologia, estudio de comunidades de plantas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE BOTÂNICA, 36., 1990, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Botânica, 1990. p. 5-21.
- DOMINGUES, Z. H. **Histórico da cobertura vegetal de Guaraqueçaba, PR: estudo de caso da Bacia do Rio Tagaçaba**, 2004. 209 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - UFPR.
- FÁVERO, O. A.; NUCCI, J. C.; BIASI, M. Vegetação natural potencial e mapeamento da vegetação e usos atuais das terras da Floresta Nacional de Ipanema, Iperó/SP: Conservação e gestão ambiental. **RA'E GA: O espaço geográfico em análise**. Curitiba, v.8, p. 55-68, 2004.
- FUPEF. **Diagnóstico e avaliação da vegetação na área de influência do vazamento de óleo do poliduto Opala, município de Morretes, Paraná**. Curitiba, 2003. Relatório Final.
- GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. **Erosão dos solos e a Questão Ambiental**. *In*: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2004. p. 225-256.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual de classificação da vegetação brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências**. n. 1. Rio de Janeiro: IBGE, 1992.

LAMOUR, M. R.; SOARES, C. R. Histórico das atividades de dragagem e taxas de assoreamento nos canais de navegação aos portos costeiros paranaenses. *In*: BOLDRINI, E. B.; SORAES, C. R.; PAULA, E. V. (Orgs.). **Dragagens Portuárias no Brasil**: Licenciamento e Monitoramento Ambiental. Antonina: Governo do Estado do Paraná; SEMA/PR; ADEMADAN; UNIBEM. 2007. p. 232-234.

LEITE, P. F. **As diferentes unidades fitoecológicas da região Sul do Brasil**. Curitiba, 1994. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Biológicas, UFPR.

MEDEIROS, J. S. **Banco de dados geográficos e redes neurais artificiais**: tecnologias de apoio à gestão do território, 1999. 221 f. Tese (Doutorado em Geografia) – USP.

ODRESKI, L. L. R. **Evolução sedimentar e batimétrica da baía de Antonina** - PR. Curitiba, 2002. 79 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) – Setor de Ciências da Terra, UFPR.

PAULA, E. V.; CUNICO, C. O assoreamento das baías de Antonina e Paranaguá e a gestão de suas bacias hidrográficas. *In*: BOLDRINI, E. B.; SORAES, C. R.; PAULA, E. V. (Orgs.). **Dragagens Portuárias no Brasil**: Licenciamento e Monitoramento Ambiental. Antonina: Governo do Estado do Paraná; SEMA/PR; ADEMADAN; UNIBEM. 2007. p. 154-168.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Programa Floresta Atlântica. **Mapeamento da Floresta Atlântica do Estado do Paraná**. Curitiba: SEMA/MINEROPAR, 2002. CD-ROM.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Programa Floresta Atlântica. **Mapeamento geológico da região de ocorrência da Floresta Atlântica no Paraná**. Curitiba: SEMA/MINEROPAR, 2003. CD-ROM.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. UFMS, **Ciência & Ambiente**, v. 24, 2002.

SOARES, C. R.; LAMOUR, M. R. Histórico dos sítios de despejo, das dragagens e das taxas de assoreamento no canal de acesso aos Terminais Portuários da Ponta do Félix: perspectivas para o futuro. Curitiba / Pontal do Paraná: Centro de Estudos do Mar - UFPR, 2006. 38 p. **Parecer técnico**.