

## **Mapeamento Geomorfológico como Subsídio à Identificação e à Estimativa dos Solos Potencias na Área de Drenagem da Baía de Antonina (PR)**

Leonardo José Cordeiro Santos  
Prof. Dr. Depto. de Geografia da UFPR  
Pesquisador do CNPq  
santos@ufpr.br

Eduardo Vedor de Paula  
Geógrafo, doutorando em Geografia pela UFPR (bolsista CAPES)  
Pesquisador colaborador da ADEMADAN  
eduardovedordepaula@yahoo.com.br

Marcio Aluizio Fonsaca Grochocki  
Graduando em Geografia pela UFPR  
marcioafg@pop.com.br

### **Resumo**

Diante do crescente processo de assoreamento da Baía de Antonina, o desenvolvimento de projetos de monitoramento e gestão das bacias hidrográficas que drenam para a mesma demonstra-se como sendo essencial. Para tanto, as informações pedológicas disponíveis em escala compatível com o banco de dados do Programa CAD constitui fator limitante. Assim, com o auxílio de recursos de geoprocessamento, pretendeu-se no presente trabalho, elaborar a Carta Pedológica Potencial da Área de Drenagem da Baía de Antonina. Em sua confecção foram considerados os dados pedológicos disponíveis para a área em análise, como também os produtos cartográficos relativos aos fatores de formação dos solos, conforme maior importância para a região focada, quais sejam: geomorfologia (mapeamento geomorfológico e declividade) e, secundariamente, geologia e cobertura vegetal e uso da terra. A estimativa de solos foi desenvolvida para a área de 1.148,4 km<sup>2</sup>, na qual se identificaram 10 subordens pedológicas, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). Dentre as unidades mapeadas deve-se destacar a presença da associação entre Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelho-Amarelo (CX + PVA), a qual é referente a 23,7% da área total. A subordem de Cambissolos Háplicos (CX) também se destaca já que soma 18,4% do total, seguida da associação entre Neossolos Litólicos e afloramentos rochosos (RL) com 11,8%.

**Palavras-chave:** mapeamento geomorfológico, solos potenciais, geoprocessamento, bacias de drenagem da Baía de Antonina.

### **Abstract**

In face of the growing silting process in Baía de Antonina, it is essential to develop monitoring and management projects for the hydrographic basins that drain to this bay. For such, a limiting factor is the pedologic information available in a scale that is compatible with the CAD Program's database. Thus, with the help of geoprocessing resources, the purpose with this work was to elaborate the Potential Pedologic Chart of Baía de Antonina's Drainage Area. To build it were considered the pedologic data available for the area under analysis, as well as the cartographic products that refer to the soil formation factors, according to greater importance for the studied area, namely: geomorphology (geomorphology macro-zoning and declivity) and secondarily, geology, vegetation coverage and land use. The soil estimate was developed for an area with 1,148.4 km<sup>2</sup> in which 10 pedologic sub-orders were identified according to the Soil Classification Brazilian System (*Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*) (EMBRAPA, 2006). Among the units that were mapped the presence an association of Dystrochrept and Paleudult must be pointed out, once it occurs in 23.7% of

the total area. The suborder of Dystrochrept must also be mentioned, once it adds 18.4% of the total, followed by the association between Udorthent and rocky outcrops, with 11.8%.

**Keywords:** geomorphological mapping, Potential Pedologic Chart, geoprocessing, Baía de Antonina's drainage basins.

## 1 Introdução

A cartografia geomorfológica é entendida como um importante instrumento na representação do relevo da superfície terrestre e segundo muitos autores (Tricart, 1965; Libault, 1975; Chorley e Haggett, 1975) se constitui num dos principais métodos para o estudo e a pesquisa em geomorfologia.

O relevo apresenta uma diversidade de formas e de processos que podem se associar, dentre outras, às características pedológicas predominantes na formação e na sua configuração. Neste caso a análise geomorfológica pode auxiliar na identificação preliminar de unidades pedológicas.

A execução do Programa CAD em suas distintas fases vem possibilitando a construção de uma excelente caracterização da área de drenagem das baías de Antonina e de Paranaguá, a partir de pesquisas bibliográficas de trabalhos anteriormente desenvolvidos nesta área e, sobretudo, a partir da organização de um Banco de Dados Geográfico confiável e disponível, em nível de detalhe, como para poucas regiões no território nacional. O mencionado banco de dados encontra-se descrito em PAULA e CUNICO (2005), PAULA e CUNICO (2006), PAULA *et al.* (2008).

Neste contexto, as informações pedológicas são essenciais para a compreensão do crescente processo de assoreamento da Baía de Antonina, o qual é descrito por ODRESKI (2002) e SOARES e LAMOUR (2006). Todavia, para área de drenagem dispõe-se de mapeamento de reconhecimento de baixa intensidade, cuja finalidade é identificar os solos existentes na região para o planejamento territorial de extensas áreas (no caso, Estado do Paraná).

Assim, pretendeu-se no presente trabalho, utilizar o mapeamento geomorfológico como subsídio a identificação e a estimativa dos solos potenciais na área de drenagem da Baía de Antonina (PR). A Baía de Antonina refere-se à 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 à oeste das mesmas. A área continental em análise soma 1.501,1 km<sup>2</sup>, com perímetro de 313,2 km, enquanto as ilhas totalizam 7,1 km<sup>2</sup> (Figura 1).

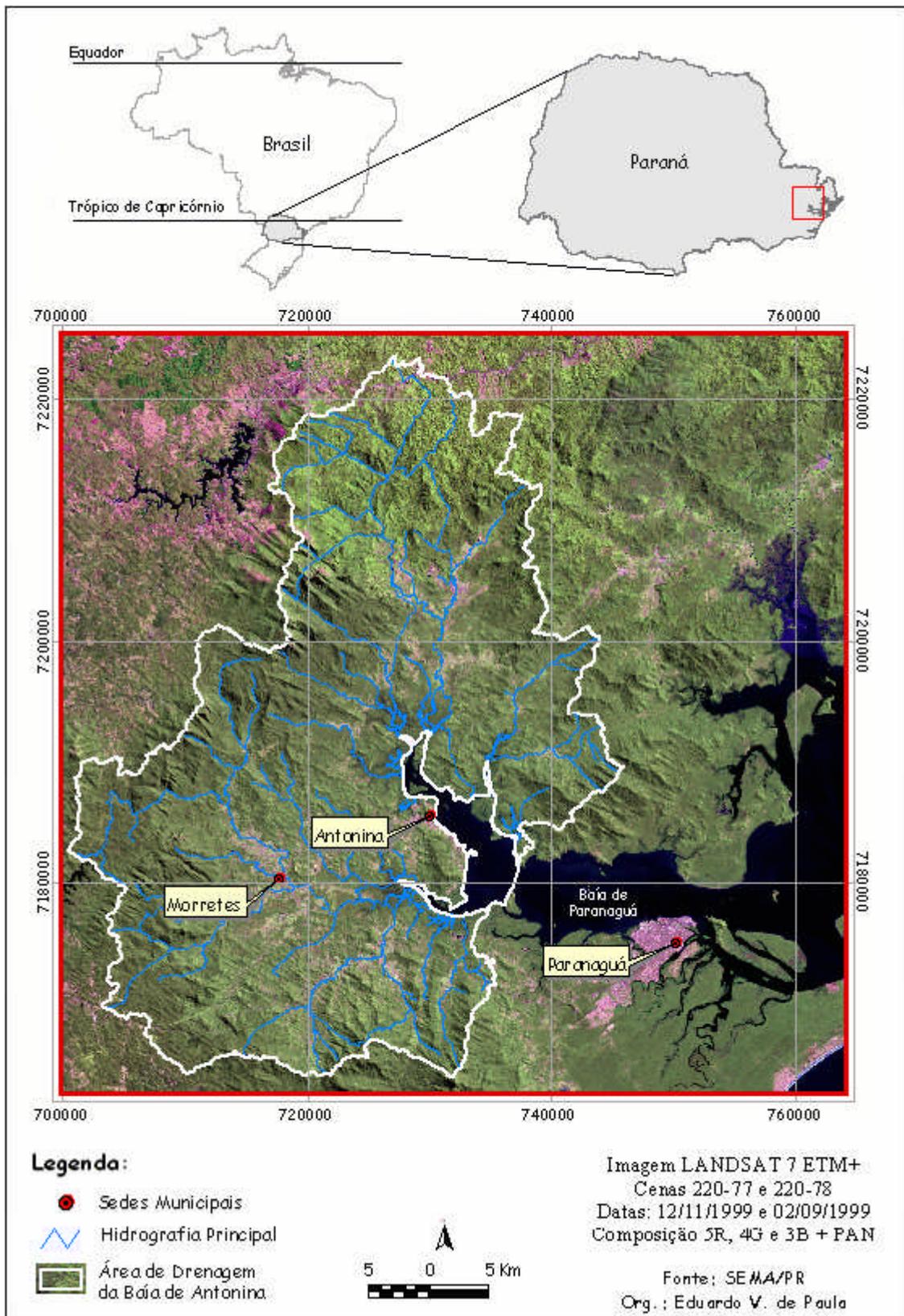


Figura 1. Localização da área de drenagem da Baía de Antonina.

## 2 Metodologia Adotada

Os compartimentos geomorfológicos considerados no presente estudo foram extraídos do Macrozoneamento do Litoral Paranaense (Ipardes, 1989), o qual foi elaborado em escala aproximada de 1:50.000. Devido a existência para a área em análise de mapeamento topográfico em escala 1:25.000, optou-se pela realização da análise da hipsometria, declividade e formas das vertentes. Para tanto, foi elaborado o Modelo Digital do Terreno (MDT), a partir da consolidação dos dados de 17 cartas topográficas.

A identificação e estimativa dos solos existentes nas bacias que drenam para a Baía de Antonina, bem como nas ilhas incluídas na mesma, foram realizadas considerando-se o segundo nível categórico do Sistema Brasileiro Classificação de Solos (Embrapa, 2006). Assim, como etapa preliminar selecionou-se somente a área cuja cobertura pedológica deveria ser estimada, a qual corresponde a 1.046,4 km<sup>2</sup>, cerca de 69,4% da área de drenagem da Baía de Antonina. Os 454,4 km<sup>2</sup> restantes referem-se aos trechos de planície e serra, sobre os quais já se dispõe da espacialidade dos solos em escala mais detalhada (1:50.000).

A etapa seguinte referiu-se à identificação dos solos predominantes em cada compartimento geomorfológico. Para as porções de planaltos verificou-se relação direta entre Planalto Ondulado e Cambissolos Háplicos (CX), enquanto que na porção de Planalto Dissecado predominam os Cambissolos Háplicos associados a Latossolos Vermelho-Amarelo (CX + LVA). Essas relações foram definidas a partir do mapeamento publicado pela EMBRAPA (1984).

Os solos na área de Serra, a qual corresponde a 73,2% da área a ser estimada, demonstram-se pouco desenvolvidos, e com o auxílio da carta de declividade, suas manchas de ocorrência foram identificadas. Para tanto, por meio da ferramenta *Intersect (Analysis Tools* do ArcGIS 9.2), realizou-se a correlação espacial entre o compartimento de serra com as classes de declividade, na área relativa ao levantamento pedológico da APA de Guaratuba (Rocha *et. al.*, 1992).

Quanto aos solos de planície e demais compartimentos geomorfológicos, devido a grande variabilidade espacial destes compartimentos restantes, e conseqüentemente existência de vários solos associados, efetuou-se a correlação espacial existente entre cada compartimento geomorfológico (Ipardes, 1989), com os solos mapeados em melhor nível de detalhe na área relativa à planície (Rauen, 1994).

Na Tabela 1 tem-se um resumo de todas as relações estabelecidas entre geomorfologia e pedologia para a área de drenagem da Baía de Antonina. Sendo pertinente salientar que os valores relativos à correlação espacial entre os compartimentos geomorfológicos e as subordens pedológicas estão descritos em PAULA e SANTOS (2007).

Tabela 1. Compartimentos geomorfológicos e relações pedológicas identificadas.

Compartimento Geomorfológico		Subordem de Solos	Método de Espacialização
Planalto Ondulado		CX	Delimitação imediata
Planalto Dissecado		CX + LVA	Delimitação imediata
Serras	Declividade > 47%	RL	Análise de contexto
	Declividade > 30%	CX + RL	
	Declividade > 12%	CX	
	Declividade > 12%	CX + PVA	
	Declividade entre 12 e 30%	CX + LVA	
Mangues		GJ	Delimitação imediata
Morros		CX + PVA	Delimitação imediata
Planícies Aluviais (Não Significativas)		GX + CY	Delimitação imediata
Colinas		CX + PVA	Delimitação imediata
Áreas Coluviais		CX + PVA GX + RY GX	Análise de contexto
Áreas Coluviais Montanhosa		GX CY GX + CY	Análise de contexto
Planícies Aluviais		GX GX + RY CY GX + CY	Análise de contexto
Planícies de Restingas		GX + RY EK + GX	Análise de contexto

Depois de identificadas as relações supramencionadas, a etapa seguinte consistiu na delimitação das manchas de solos. Para tanto, foi adotado por base o traçado das unidades geomorfológicas. Cabe ressaltar que os recursos de edição cartográfica disponíveis no software de Sistema de Informações Geográficas ArcGIS 9.2, foram essenciais para o desenvolvimento das citadas delimitações.

Para aquelas unidades geomorfológicas que apresentaram alta relação com uma única unidade pedológica, a delimitação foi imediata. Entretanto, para os compartimentos geomorfológicos que denotaram relação com mais de uma unidade pedológica, efetuou-se o que se chamou de análise de contexto, ou seja, foram considerados os polígonos já classificados em seu entorno, bem como os planos de informações descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Planos de informações considerados na delimitação das unidades pedológicas

Plano de Informação	Escala	Fonte	Ano
Pedologia (15% da área)	1: 30:000	SPVS (Rocha <i>et al.</i> )	2002
Pedologia	1: 650:000	EMBRAPA	1984
Geologia	1: 50.000	Pró-Atlântica / MINEROPAR	2002
Cobertura Vegetal e Uso da Terra	1: 50:000	Pró-Atlântica (ITCG)	1999
Imagens SPOT 5	1: 25.000	ADEMADAN (Paula <i>et al.</i> )*	2006
Modelo Digital do Terreno (Geomorfologia)	1: 25.000	ADEMADAN (Paula <i>et al.</i> )	2006
Hipsometria (Geomorfologia)	1: 25.000	ADEMADAN (Paula <i>et al.</i> )	2006

\* A imagem original, relativa ao ano de 2005, foi cedida pelo laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Paris (Sorbonne).

Na seqüência foram delimitadas as machas de Organossolos Fólicos (OO), muito comuns nas áreas mais altas da Serra do Mar, em que a declividade não é acentuada. Nestas áreas as condições de baixa temperatura e alta umidade favorecem o acúmulo de material orgânico pela redução da atividade biológica. No processo de delimitação destes solos selecionou-se da Carta de Cobertura Vegetal e Uso da Terra (Paraná, 2002b), somente a classe de refúgios montanos e altomontanos, aos quais em geral tem-se organossolos associados.

Assim que confeccionada a Carta Pedológica Potencial efetuou-se o que se denominou de pós-processamento dos polígonos gerados, ou seja, foram realizados ajustes no mapeamento ao longo de toda porção abrangida pela área de drenagem da Baía de Antonina. Para tanto, utilizou-se o MDT, o qual permite a visualização do relevo em três dimensões. Desta forma, alguns morros e colinas que demonstravam deslocamento cartográfico foram re-locados, enquanto que outros que não haviam sido contemplados pelo mapeamento geomorfológico, em função da escala adotada, agora foram delimitados.

### 3 Resultados

A soma das áreas de cada classe de solos existente na área em que se efetuou a estimativa (1.046,4 km<sup>2</sup>), bem como os valores encontrados na planície e na serra mapeadas previamente (454,4 km<sup>2</sup>) encontram-se representados na Tabela 3. Ao se observar os valores apresentados nesta tabela, juntamente com a carta de solos gerada (Figura 2), verifica-se a predominância da associação entre Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelho-Amarelo (CX + PVA), a qual é referente a 23,7% da área total. A subordem de Cambissolos Háplicos

(CX) também se destaca já que soma 18,4% do total, seguida da associação entre Neossolos Litólicos e afloramentos rochosos (RL) com 11,8%.

Na seqüência, em termos de área, tem-se a associação Cambissolos Háplicos com Neossolos Litólicos (CX + RL), seguida dos Gleissolos Háplicos (GX), os quais somam 11,7% e 10,5% respectivamente de toda a área. A associação entre Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos (GX + RY) configura 5,3% e a associação Cambissolos Háplicos com Latossolos Vermelho-Amarelo (CX + LVA) soma 5,1%. Enquanto que as demais unidades pedológicas revelam valores inferiores a 5% da área de drenagem da Baía de Antonina.

Tabela 3. Classes de solos potenciais e de solos previamente mapeados na área de drenagem da Baía de Antonina

<b>Classe</b>	<b>Solos Potenciais (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Solos Previamente Mapeados (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Total (Km<sup>2</sup>)</b>
CX	250,16	26,62	276,78
CX + RL	134,96	40,81	175,77
CX + PVA	294,30	62,98	357,28
CX + LVA	67,21	10,29	77,5
CY	24,62	45,87	70,49
EK + GX	0,05	5,67	5,72
GJ	1,12	53,29	54,41
GX	67,83	90,11	157,94
GX + CY	22,05	41,87	63,92
GX + RY	12,93	66,37	79,3
OO	7,57	0,08	7,65
RL	167,98	10,24	178,22

#### 4 Considerações Finais

O volume de sedimentos a serem dragados na Baía de Antonina está se ampliando nos últimos anos, o que reflete a ocorrência de intervenções inadequadas no uso da terra e/ou expansão das atividades antrópicas sob solos de elevada suscetibilidade à ocorrência de processos erosivos, os quais são significativamente predominantes nas porções formadas pela Serra do Mar e pela Planície Litorânea.

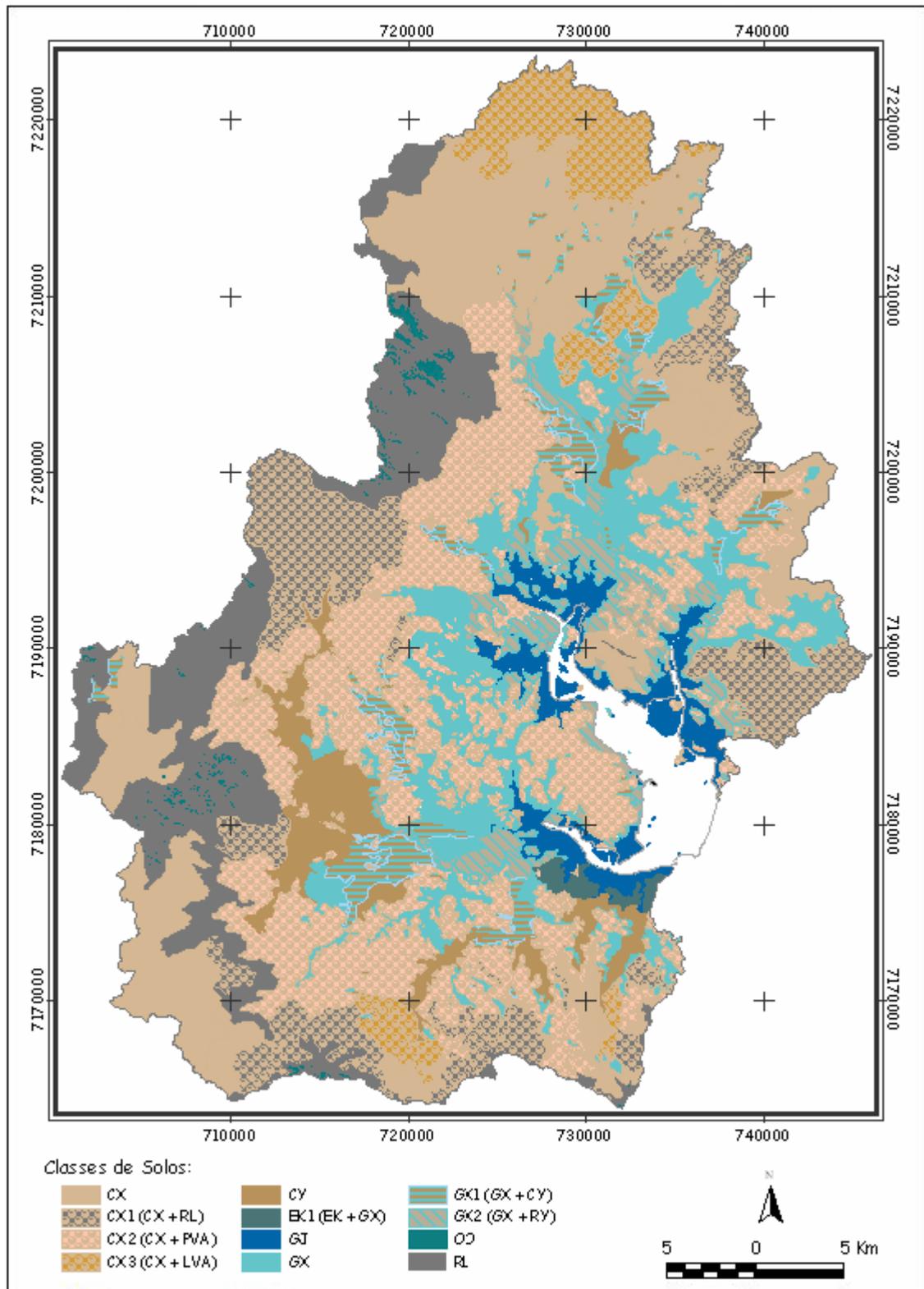


Figura 2. Carta Pedológica Potencial da área de drenagem da Baía de Antonina.

Diante deste contexto o desenvolvimento de projetos voltados ao monitoramento e gestão do ambiente demonstram-se fundamentais, tanto para o equilíbrio dos ecossistemas litorâneos, como também ao desenvolvimento da atividade portuária, a qual é prioritária à economia regional. Todavia, a confecção da Carta Pedológica Potencial da Área de Drenagem da Baía de Antonina, em escala 1:50.000, demonstrou-se como essencial ao desenvolvimento dos mencionados projetos, bem como à melhor compreensão do processo de assoreamento da baía em análise.

A estimativa de solos, realizada a partir das informações pedológicas existentes, somadas ao mapeamento geomorfológico, carta de declividade, carta de unidades geológicas e carta de cobertura vegetal e uso da terra, foi desenvolvida para a área de 1.148,4 km<sup>2</sup>, na qual se identificaram 10 subordens pedológicas, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006).

No presente está sendo efetuada a validação da Carta Pedológica Potencial, por meio de levantamento de campo em 50 pontos selecionados. De acordo com os resultados preliminares (cerca de 40 pontos), nota-se boa correlação com os dados cartográficos. Cabe salientar, ainda, que este levantamento também visa contemplar a organização de um banco com informações da composição granulométrica e de carbono orgânico disponível nos diferentes horizontes dos solos existentes na porção de drenagem da Baía de Antonina.

## **5 Referências Bibliográficas**

Chorley, R.J.; Hagat, P. (1975) Modelos Físicos e de Informação em Geografia. Rio de Janeiro, Ed.da USP – Livros Técnicos e Científicos.

EMBRAPA (1984) Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná. Curitiba: EMBRAPA-SNLCS/SUDESUL/IPAR. Boletim técnico 57. Tomos I e II.

EMBRAPA. (2006) Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.

IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social) / Fundação Edison Vieira. (1989) Zoneamento do Litoral Paranaense. Curitiba. Convênio SEPL (Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral) /IPARDES. 175p.

Libaut, A. (1975) Geocartografia. São Paulo, Cia. Ed. Nacional – Ed. da Univ. de São Paulo.

Paraná. (2002a) Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Programa Floresta Atlântica. Caracterização da Atividade Mineral. Curitiba: SEMA / MINEROPAR, v.1, 107p.

Paraná. (2002b) Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Programa Floresta Atlântica. Mapeamento da Floresta Atlântica do Estado do Paraná. Relatório final. Curitiba.

Paula, E.V.; Cunico, C. (2005) Caracterização sócio-ambiental das bacias hidrográficas que drenam para a Baía de Antonina (Projeto CAD). Antonina: ADEMADAN. 56 p. Relatório Técnico Terminais Portuários Ponta do Felix.

Paula, E.V.; Cunico, C. (2006) Caracterização sócio-ambiental das bacias hidrográficas que drenam para a Baía de Antonina e Paranaguá (Projeto CAD). Antonina: ADEMADAN. 109 p. Relatório Técnico Terminais Portuários Ponta do Felix, Terminais Marítimos da Cattalini e Terminais de Contêineres de Paranaguá.

Paula, E.V.; Cunico, C.; Lago, M. Haro, R. (2008) Delimitação das formas de vertentes e áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do Rio Pequeno Antonina (PR). Antonina: ADEMADAN. 36 p. Relatório Técnico Terminais Portuários Ponta do Felix.

Paula, E.V.; Santos, L.J.C. (2007) Elaboração da carta de pedologia potencial das bacias de drenagem da Baía de Antonina (Etapa 2). Antonina: ADEMADAN. 38 p. Relatório Técnico Terminais Portuários Ponta do Felix.

Odreski, L.L.R. (2002) Evolução sedimentar e batimétrica da baía de Antonina (PR). Curitiba. 79 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Rauen, M.J. *et al.* (1994) Levantamento semidetalhado de solos. In: Potencial de uso agrícola das áreas de várzea do Estado do Paraná; Bacias Hidrográficas dos rios das Cinzas e Laranjinha, Iapó, Iguazu, Piquiri, Pirapó, Tibagi e Litoral. Henklain, J.C. (Coord.). Londrina: IAPAR. v.2. il. (IAPAR. Boletim técnico, 24).

Rocha, H.O. *et al.* (1992) Levantamento geomorfológico com ênfase em solos da porção sul de tombamento da Serra do Mar. Convênio 52/90 – UFPR e Instituto de Terras, Cartografia e Floresta. Curitiba. Vol 1 – 7.

Rocha, H.O. *et al.* (2002) Levantamento de Solos: Reserva Natural do Rio Cachoeira. Curitiba: Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental/ The Nature Conservancy.

Soares, C.R.; Lamour, M.R. (2006) 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. 38 p. Parecer técnico.

Tricart, J. (1965) Principes et Méthodes de la Geomorphologie. Paris Masson et Cie. Edit.