

# Geoprocessamento aplicado à determinação da aptidão agrícola de terras: localidade de Serrinha, Paçandu, estado do Paraná, Brasil

Geoprocessing applied in the determination of the agricultural suitability of lands: locality of Serrinha, Paçandu, state of Paraná, Brazil

Adelson Raimundo Angelo<sup>1</sup>  
Everton Passos<sup>2</sup>  
Josmaria Lopes de Morais<sup>3</sup>(\*)

## Resumo

A crescente necessidade de produzir alimentos leva à constante expansão da produção agropecuária, tendo como uma das consequências a fragilização do solo. Para uma adequada gestão do solo é importante que critérios sejam considerados, dentre os quais destacamos: aptidão agrícola do solo; área com necessidade de proteção; zoneamento ambiental. Sendo assim, é essencial que se faça o planejamento das atividades a serem desenvolvidas numa área, considerando a aptidão dos recursos nela disponíveis e, no caso de área já em uso, que sejam avaliadas as condições de uso e as adequações necessárias. Assim, com o propósito de avaliar a aptidão agrícola das terras da localidade de Serrinha, município de Paçandu, região noroeste do estado do Paraná, Brasil, foi empregado o sistema de avaliação de aptidão agrícola das terras descrito por Ramalho Filho e Beek (1995). Para o geoprocessamento foram utilizados arquivos digitais no formato matricial, referente às imagens orbitais, para a identificação da cobertura vegetal e, em fontes secundárias, obtiveram-se dados relativos às temáticas: relevo; pedologia; e índices pluviométricos. A edição dos arquivos vetoriais, o cruzamento de dados alfanuméricos cartográficos e a edição dos mapas finais foram organizados em planos de informação (PI's) e processados em ambiente computacional, empregando, como ferramenta, recursos de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Na localidade de Serrinha as características das terras revelaram o alto potencial agrícola (95% da área), quando não consideradas as áreas de ocupação consolidadas e de interesse ambiental. No entanto, a distribuição espacial dos tipos de uso indicados na aptidão não coincidiu, na sua

- 
- 1 Msc. Geógrafo. Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pertence ao corpo técnico do Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural; Endereço: Rua da Bandeira, 500, CEP: 80035-270, Curitiba, Paraná, Brasil; E-mail: [adelsonangelo@emater.pr.gov.br](mailto:adelsonangelo@emater.pr.gov.br)
  - 2 Dr. Geógrafo, Mestre em Ciências do Solo. Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná. Professor Titular da Universidade Federal do Paraná. E-mail: [everton@ufpr.br](mailto:everton@ufpr.br)
  - 3 Dra.; Química; Professora do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Endereço: Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 4900 - Bloco C, Cidade Industrial, CEP 81280340. Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: [jlmorais@utfpr.edu.br](mailto:jlmorais@utfpr.edu.br) (\*)  
Autor para correspondência.

Recebido para publicação em 31/10/2016 e aceito em 04/07/2017

totalidade, com as explorações apresentadas pelo uso/ocupação atual do solo, identificando conflitos de uso, sendo de utilização 5,92% e de transgressão ambiental 9,30% da área de estudo. Além da avaliação da aptidão, a metodologia utilizada permitiu a elaboração de uma proposta de uso capaz de subsidiar a gestão do território voltada para minimizar impactos ambientais na região.

**Palavras-chave:** Aptidão de Terras; Geoprocessamento; Conflitos de Uso; Localidade de Serrinha, Paiçandu-PR.

## Abstract

The growing need to produce food has led to the constant expansion of agricultural production and one of the consequences is the weakening of the soil. For an adequate management of the soil it is important that environmental criteria, among them: agricultural suitability of the soil, area in need of protection, environmental zoning. Therefore, it is essential to plan the activities in an area, considering the suitability of the resources. Furthermore, it is necessary available and in the case of an area already in use, that the conditions of use and the necessary adjustments are evaluated. Thus, in order to evaluate the agricultural suitability of the lands of the locality of Serrinha, municipality of Paiçandu, in the northwestern region of the state of Paraná-Brazil, was used the system of evaluation of agricultural aptitude of the lands (Ramalho Filho and Beek, 1995). The geoprocessing was used digital files in the matrix format referring to orbital images, in the identification of plant cover of the area. The data: relief; pedology; and pluviometric index sheets were obtained from secondary sources. The editing of the vectorial files, the crossing of alphanumeric cartographic data and the edition of the final maps were organized in information plans (IPs) and processed using as a tool Geographic Information System (GIS) resources. The characteristics of the lands revealed the high agricultural potential (95% of the area), when not considered the areas of occupation consolidated and of environmental interest. However, the spatial distribution of the types of uses indicated in the aptitude did not coincide in its totality with the holdings presented by the current use of the soil, identifying conflicts of uses of uses related to the overuse in 5.92% and of environmental transgression in 9.30 % of the area. In addition to the assessment of suitability, the methodology used allowed the elaboration of a proposal of use, able to subsidize the management of the territory aimed at minimizing environmental impacts in the region.

**Keywords:** Land Suitability; Geoprocessing; Conflicts of Use; Locality of Serrinha, Paiçandu-PR.

## Introdução

A crescente necessidade de produzir alimentos tem levado à constante expansão da

produção agropecuária, que, quando realizada sem a consideração dos critérios ambientais, terá como uma de suas consequências a fragilização do solo. O solo privado de sua cobertura vegetal

natural e submetido a manejo inadequado tem suas propriedades físico-químicas alteradas e pode tornar-se incapaz de garantir os processos hídricos a ele inerentes (VEZZANI; MIELNICZUK, 2011). Por esse motivo, gerar e disponibilizar dados sobre as características naturais e antrópicas de áreas/regiões, identificando suas potencialidades e suas limitações para uso é de fundamental importância.

No Brasil, para efetuar o levantamento do potencial de uso dos solos, utiliza-se dois sistemas de classificação técnica: o sistema de aptidão agrícola das terras, descrito por Ramalho Filho e Beek (1995); e o sistema de capacidade de uso das terras, originalmente desenvolvido nos EUA e adaptado às condições brasileiras por Lepsch et al. (1983).

A metodologia de Ramalho Filho e Beek (1995) considera determinar as classes de aptidão através da realização de estudo comparativo entre os graus de limitações atribuídos às terras e estipulados nos quadros guia para as regiões de clima subtropical, tropical-úmido e semiárido. Essas representações, conhecidas pela denominação de *quadros de conversão* (ou quadros guias), são preparadas considerando os fatores limitantes: (1) deficiência de fertilidade; (2) deficiência de água; (3) excesso de água; (4) susceptibilidade à erosão; e (5) impedimentos para a mecanização. A partir desses dados são atribuídas as classes de aptidão: boa, regular, restrita ou sem aptidão agrícola.

Na atualidade, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) associados às técnicas de

geoprocessamento constituem um conjunto de ferramentas importantes para a obtenção de dados a serem utilizados no planejamento e zoneamento, em diferentes escalas aplicáveis ao planejamento geográfico. Barros et al. (2004) propõe a utilização de SIG's como ferramentas adequadas para estudos desta natureza. Outros estudos, visando determinar a aptidão agrícola de terras, voltadas ao planejamento territorial e/ou ao atendimento a legislação ambiental, têm sido realizados empregando ferramentas de geoprocessamento (Neto e Limberger, 2002; Florenzano, 2002; Castelani, 2003; Barros et al., 2004; Silva, 2007; Silva et al., 2010; Chaves et al., 2010; Cardoso e Faria, 2010). Com o uso das geotecnologias, prepara-se o banco de dados com grande número de variáveis, as quais são cruzadas de acordo com metodologias escolhidas, proporcionando uma documentação cartográfica detalhada, reduzindo a subjetividade no produto final (MIGUEL et al., 2011).

Neste estudo foi escolhida como metodologia para a avaliação de aptidão agrícola o sistema de classificação descrito por Ramalho Filho e Beek (1995), complementado com observações de campo. Para a utilização das técnicas de geoprocessamento em ambientes SIG's foi considerada a metodologia utilizada pelos autores Silva et al. (2010).

A localidade de Serrinha, Paíçandu-PR, com 1.070 hectares, foi a região escolhida por se tratar de uma área explorada principalmente com agricultura temporária, na qual o escoamento intenso da água das chuvas tem resultado em

processos erosivos ligados às cabeceiras de drenagem e média vertente, levando ao assoreamento de córregos e riachos, principalmente em episódios de maior pluviosidade, que ocorrem de outubro a março.

## Material e métodos

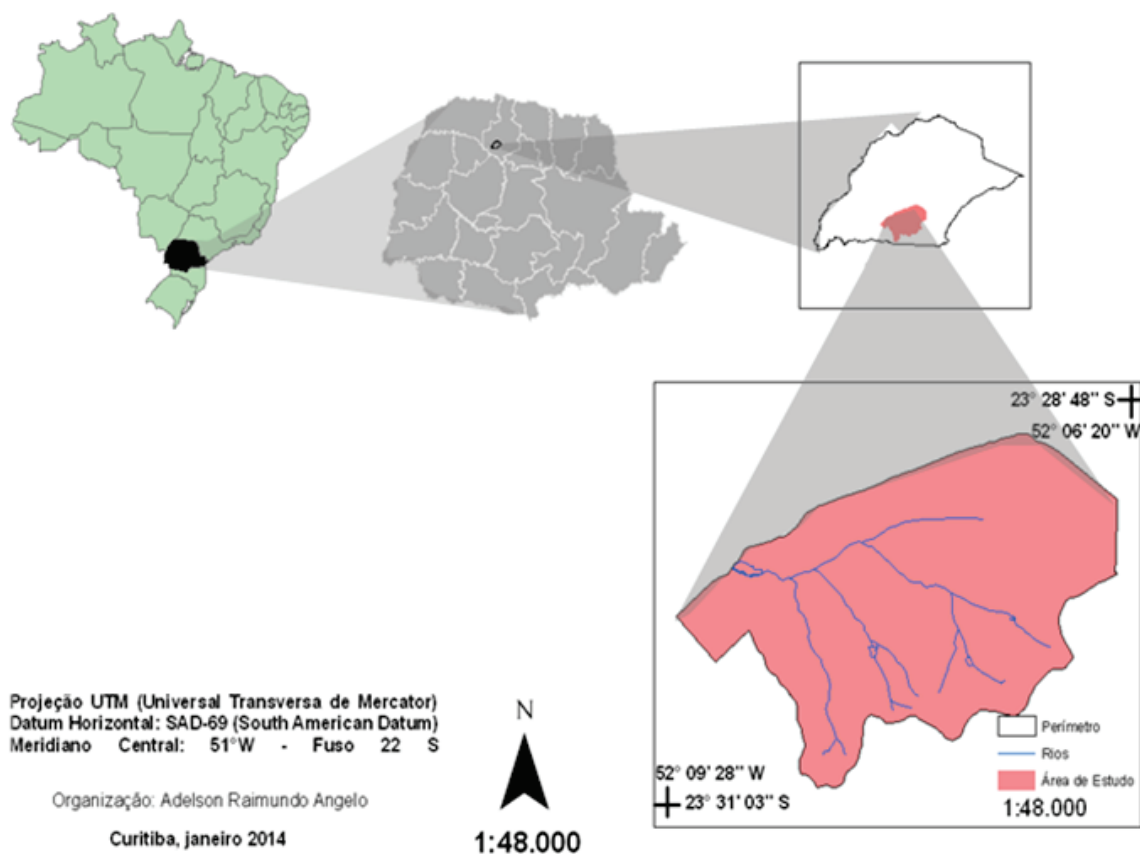
### *Delimitação da área de estudo*

Serrinha está localizada no Sul do Brasil, entre as coordenadas de UTM (metros) 381.800

W – 387.100 W e 7.398.705 S – 7.402.870 S, Meridiano Central 51° W – Fuso 22 S (Figura 1). A área é drenada pelo Córrego Sacriça, que tem como afluente o Córrego Favo, com dois subafluentes; pertence à Bacia Hidrográfica do rio Ivaí, abrangendo uma área de 1.070 hectares (ha) (PARANÁ, 2011).

A aquisição dos dados foi realizada por meio de endereços eletrônicos do ÁGUAS PARANÁ (Instituto das Águas do Paraná – [www.aguasparana.pr.gov.br](http://www.aguasparana.pr.gov.br)), para obtenção das

**Figura 1** - Localização da área de estudo (representação constituída a partir de dados cartográficos do Paraná, ÁGUAS PARANÁ, 2011).



Fonte: Autores (2017).

cartas temáticas de hidrografia e altimetria (curvas de nível e pontos cotados, números 2756-4 e 2782-2, ambas na escala de 1:50.000); e do ITCG (Instituto de Terras, Cartografia e Geociências do Paraná – www.itcg.pr.gov.br), para aquisição da Carta de Mapeamento dos Solos para o Estado Paraná em escala 1:250.000.

As Imagens orbitais SPOT 5, 2756-4 e 2782-2, cena 705/397 (03/10/05), foram disponibilizadas pela EMATER-PR; e os dados pluviométricos foram obtidos a partir de consulta bibliográfica, relativos a estudo elaborado na Bacia Hidrográfica do Ivaí, com 38 postos de coleta ao longo de 30 anos (1975 a 2005), elaborado por Andrade e Nery (2011).

O processamento dos arquivos vetoriais, cruzamento de mapas temáticos, dados alfanuméricos, bem como a edição dos mapas finais foi realizada utilizando-se os *softwares* ArcGis®, versão 9.3.1, ArcView, versão 3.2, trackmaker, disponibilizados pela EMATER-PR (Curitiba) e o *software* SPRING, disponibilizado pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

### *Procedimentos metodológicos*

**1ª Etapa:** realização de pesquisa bibliográfica, coleta, análise, seleção e organização dos dados, interpretação das imagens SPOT. Processamento de arquivos vetoriais para elaboração da Carta Base e das cartas temáticas (declividade, classes de solos e dados climáticos). Pesquisa e organização de dados pluviométricos. Realização de coleta de informações em campo e

aferição das cartas temáticas. Na sequência, foram preparados os quatro Planos de Informação (PI's) para a área de estudo, sendo: PI Classes de Declividade, PI Classes de Solos, PI Intensidade Pluviométrica e PI Uso/Ocupação da Terra.

**2ª Etapa:** atribuição de graus aos fatores limitantes e realização da correlação com os PI's.

No sistema de avaliação proposto por Ramalho Filho e Beek (1995) a classe de aptidão é determinada em função do grau limitante mais forte, que pode ser atribuído a qualquer um dos cinco fatores (deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água, suscetibilidade à erosão e impedimento para a mecanização), que influenciam na exploração do solo, face às propriedades físico-químicas e relações com o ambiente.

Para a localidade de estudo foi realizada a determinação das classes de solo (consulta a literatura e conferência in loco) e, com esses dados, foram preparadas quadro guias, apresentadas nas Tabelas 1, 2, e 3.

Na Tabela 4 está apresentado o quadro guia preparado com as características do relevo (classificadas em intervalos de declividade) para serem obtidos os graus de limitação quanto à suscetibilidade à erosão ao impedimento para a mecanização.

Foi efetuada a correlação dos PI's em ambiente SIG, com base no que foi preconizado por Silva et al. (2010), ou seja, foi realizada a junção de códigos alfanuméricos na tabela de atributos do PI de solo e declividade, com os códigos numéricos

**Tabela 1** - Quadro guia: grau de limitação relativo ao fator limitante *deficiência de fertilidade*, encontrado na área de pesquisa. O grau de limitação N |(nulo) significa que as condições agrícolas das terras são viáveis para práticas intensivas e sofisticadas e para os níveis de manejo B e C.

CLASSES DE SOLO	DEFICIÊNCIA DE FERTILIDADE	GRAU DE LIMITAÇÃO
<b>Gleissolos Háplicos</b> <b>Latossolos Vermelhos</b> <b>Distroféricos</b> <b>Neossolos</b> <b>Nitossolos Vermelhos</b> <b>Eutroféricos</b>	Ausência de elementos tóxicos e boa reserva de nutrientes; baixa exigência para a manutenção do estado nutricional; V>50%; S>3 cmolc/kg e Sat. Na< 6%.	(N) Nulo*

Fonte: adaptado de Ramalho Filho e Beek (1995, p.24-26).

**Tabela 2** - Quadro guia para definição do grau de limitação atribuído às classes de solos e clima, relativo ao fator limitante *deficiência de água*, identificado na área de pesquisa.

CLASSES DE SOLOS	CLASSE CLIMÁTICA	DEFICIÊNCIA DE ÁGUA	GRAU DE LIMITAÇÃO
<b>Gleissolos Háplicos</b>	Cfa	Ausência de deficiência de água durante todo o ano; ausência de estação seca ou lençol freático elevado.	(N) Nulo
<b>Latossolos Vermelhos</b> <b>Distroféricos</b> <b>Nitossolos Vermelhos</b> <b>Eutroféricos.</b>	Cfa	Terras não apresentam deficiência de água durante um período de 1 a 2 meses, podendo ocorrer pequena deficiência de água em período de veranicos, em meio à estação chuvosa, limitando o desenvolvimento vegetativo de culturas mais sensíveis e de ciclo curto.	(N) Nulo/ (L) Ligeiro
<b>Neossolos</b>	Cfa	Pequena deficiência de água durante período de um a três meses, limitando o desenvolvimento vegetativo de culturas mais sensíveis.	(L) Ligeiro

Fonte: adaptado de Ramalho Filho e Beek (1995, p.29-31).

**Tabela 3** - Quadro guia para definição do grau de limitação atribuído às classes de solo, relativo ao fator limitante *deficiência de oxigênio*, identificado na área de pesquisa.

CLASSES DE SOLO	EXCESSO DE ÁGUA OU DEFICIÊNCIA DE OXIGÊNIO	GRAU DE LIMITAÇÃO
<b>Latossolos Vermelhos</b> <b>Distroféricos;</b> <b>Nitossolos Vermelhos</b> <b>Eutroféricos.</b> <b>Neossolos Litólicos.</b>	Boa aeração durante todo o ano. Solos excessivamente drenados.	(N) Nulo
	Pequena deficiência de aeração para plantas mais sensíveis na estação chuvosa. Solos moderadamente drenados.	(L) Ligeiro
<b>Gleissolos Háplicos.</b>	Solos com sérias deficiências de aeração. Sem possibilidade de desenvolvimento de culturas não-adaptadas.	(F) Forte

Fonte: Autores (2017).

**Tabela 4** - Quadro guia para a determinação de grau de limitação à suscetibilidade à erosão e impedimento para a mecanização em função dos intervalos de classes de declividade e características dos solos.

INTERVALOS DE CLASSE DE DECLIVIDADE (%)	CARACTERÍSTICAS DO RELEVO	GRAU DE LIMITAÇÃO	
		Suscetibilidade à erosão	Impedimento para a mecanização
Inferior a 3,0	Plano a praticamente plano	(N) Nulo	(N) Nulo
3,0 – 8,0	Suave ondulado	(L) Ligeiro	(L) Ligeiro
8,0 – 13,0	Moderadamente ondulado	(M) Moderado	(M) Moderado
13,0 – 20,0	Ondulado	(F) Forte	(M) Moderado
20,0 – 45,0	Fortemente ondulado	(MF) Muito forte	(F) Forte
45,0 – 10,00	Montanhoso	(EM) Extremamente forte	(MF) Muito forte

Fonte: Adaptado de Ramalho Filho e Beek (1995, p.31-34).

representando graus de limitações atribuídos aos cinco fatores limitantes. Esse processo resultou em um identificador de classe único para cada combinação possível, o qual foi convertido da representação numérica para a alfabética. Tomando como referência o preestabelecido por Ramalho Filho & Beek (1995) para a região subtropical, a representação alfabética foi recodificada, gerando as informações de classe de aptidão agrícola para cada polígono de solo da área de estudo.

**3ª Etapa:** avaliação considerando áreas consolidadas/de interesse ambiental e proposta de uso adequado das terras.

Para avaliar as áreas consolidadas (EDF – Edificações e Benfeitorias; HID – Corpos D'água; A URB – Área Urbana; EST M – Estradas Municipais; e ROD EST – Rodovias Estaduais) foi utilizada a metodologia apresentada por Silva et al. (2010).

Para definir as áreas de interesse ambiental foi considerada a Lei nº 4.771/65, que instituiu o

Código Florestal (Brasil, 1965), e as Resoluções CONAMA 302/02 (BRASIL, 2002a) e CONAMA 302/02 (BRASIL, 2002b), que dispõem sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, sendo: Áreas de Preservação Permanente (APP's – 30 m no entorno dos rios); Áreas Úmidas (AU's – classe de Gleissolos / áreas de várzeas); e Áreas de Entornos Protetivos das Áreas Úmidas (AEP's – 50 m no entorno das áreas unidas). Também considerou-se de interesse ambiental os fragmentos de áreas de Floresta Nativa Secundária Estágio Inicial e Floresta Nativa Secundária Estágio Médio Avançado. Não foi considerada a representação da área de reserva legal, por não fazer parte dos objetivos deste estudo.

## Resultados e discussão

Os resultados da verificação da classe de solo na região de estudo demonstraram a presença das quatro classes de solo, sendo que Nitossolos Vermelhos Eutroféricos correspondem a 55,75%

da área de estudo. Os Latossolos Vermelhos Distroféricos estão presentes em 20,82% da área, enquanto que a associação Neossolos Litólicos + Neossolos Regolíticos + Afloramento de Rochas corresponde a 20,70%. Os solos classificados como Gleissolos Háplicos estão presentes em apenas 2,74%.

Os solos presentes foram considerados como livres de elementos tóxicos, com boa reserva de nutrientes; baixa exigência para a manutenção do estado nutricional;  $V > 50\%$ ;  $S > 3$  cmolc/kg e  $Sat. Na < 6\%$ . Sendo assim, recebem grau de limitação *Nulo* relativo ao fator limitante de deficiência de fertilidade (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995, p.24-26).

Para a atribuição dos graus de limitação (excesso/deficiência de água) foram consultados, para a área de estudo, dados disponibilizados por Andrade e Nery (2011); sendo, então, analisada a sazonalidade pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Ivaí, cujos índices registraram volume de chuvas anual de 1.606 mm ao longo de 30 anos. O

IAPAR (1994) inclui a região dominante no norte, noroeste e sudoeste do estado do Paraná, nas altitudes inferiores a 850 – 900 metros como sendo pertencente ao clima Cfa. A área de estudo se insere na região noroeste e as posições altimétricas variam entre 320 – 506 metros.

As Tabelas 5 e 6 apresentam a distribuição da área, em hectares (ha) e percentagem (%), em relação à área total, para intervalos de classe de declividade das encostas para a distribuição de uso/ocupação da terra.

Os planos de informação (deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água ou deficiência de oxigênio, suscetibilidade à erosão e impedimento para a mecanização) foram correlacionados em ambiente SIG a partir da concatenação dos códigos na tabela de atributos do ArcGis9.3.1. Por meio de estudo comparativo entre as combinações resultantes dos graus de limitação atribuídos aos fatores limitantes da área de estudo e os preestabelecidos no quadro guia, para avaliação da aptidão para região subtropical,

**Tabela 5** - Distribuição da declividade na área de estudo por intervalo de classe de declividade.

<b>INTERVALOS DE CLASSES DE DECLIVIDADE</b>	<b>ÁREA (ha)</b>	<b>(%)</b>
<b>0 a 3</b>	154,99	14,38
<b>3 a 8</b>	393,39	36,50
<b>8 a 13</b>	318,19	29,52
<b>13 a 20</b>	150,85	14,00
<b>20 a 45</b>	58,47	5,43
<b>45 a 99</b>	1,83	0,17
<b>TOTAL</b>	<b>1077,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autores (2017).



**Tabela 6** - Distribuição do uso/ocupação da área de pesquisa.

<b>CLASSE DE OCUPAÇÃO</b>	<b>ÁREA (ha)</b>	<b>(%)</b>
<b>Agricultura Permanente</b>	19,79	1,83
<b>Agricultura Temporária</b>	559,13	51,88
<b>Corpos D'água</b>	8,57	0,79
<b>Edificações e Benfeitorias</b>	3,75	0,34
<b>Estradas Municipais</b>	13,59	1,26
<b>Floresta Nativa Secundária Estágio Inicial</b>	50,60	4,69
<b>Floresta Nativa Secundária Estágio Médio Avançado</b>	80,36	7,45
<b>Rodovias Estaduais</b>	9,72	0,90
<b>Pastagem Cultivada</b>	275,94	25,60
<b>Reflorestamento com Vegetação Exótica</b>	10,75	0,99
<b>Área Urbana</b>	45,45	4,21
<b>TOTAL</b>	1077,00	100,00

Fonte: Autores (2017).

obtiveram-se os grupos e subgrupos da aptidão agrícola das terras, para cada fragmento da área de estudo (Tabela 7).

A Tabela 8 apresenta o resumo dos grupos de aptidão agrícola das terras, considerando valores de área (em hectares) em relação à percentagem de cada fragmento de área.

Na representação da avaliação da aptidão agrícola das terras, em que 15,0% pertencem ao grupo 1 – subgrupo 1C, 27,5% pertencem ao grupo 2 – subgrupo 2c, e 27,0% pertencem ao grupo 3 – subgrupo 3(c), as classes de aptidão agrícola são boa, regular e restrita, respectivamente.

Aproximadamente 25,0% pertence ao grupo 4 – subgrupo 4P, 4ps e 4(ps), classes de aptidão boa, regular e restrita, respectivamente. Essas são recomendadas para a exploração com pastagem

cultivada, agricultura permanente ou, ainda, silvicultura. O grupo 6, considerado sem aptidão para uso agrícola (recomendado para preservação da fauna e flora), corresponde a aproximadamente 5,5% da área de estudo.

Os grupos 1, 2 e 3, subgrupos 1C, 2c e 3(c), com ocorrência de 69,71%, são áreas indicadas para agricultura temporária. Esses subgrupos estão distribuídos em todos os setores da área de estudo, com menor ocorrência nos setores sul, norte e sudoeste, o que pode ser observado na carta de aptidão agrícola (Figura 2).

Na carta de aptidão (Figura 2) a ocorrência dos grupos 1, 2 e 3 deve-se à combinação dos fatores limitantes (N) Nulo, para a variável *deficiência de fertilidade*, (N e L) Nulo e Ligeiro para a *suscetibilidade à erosão e impedimento para a mecanização*, (N/L) Nulo a Ligeiro para a variável

**Tabela 7** - Grupos, subgrupos, classes de aptidão e explorações indicadas, resultantes da correlação em ambiente SIG, das cinco variáveis consideradas para avaliação de aptidão agrícola das terras (manejos B e C). Nota: N – nulo, L – ligeiro, M – moderado, F – forte e MF – muito forte. Sem apt. (sem aptidão agrícola).

Interv	GRAUS DE LIMITAÇÕES DAS CONDIÇÕES AGRÍCOLAS DAS TERRAS										APTIDÃO AGRÍCOLA		EXPLORAÇÕES INDICADAS SEM CONSIDERAR AS ÁREAS CONSOLIDADAS E AS ÁREAS DE INTERESSE AMBIENTAL	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
	D <sub>e</sub>	D <sub>e</sub>	D <sub>e</sub>	Ex	Su	Impe	M	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	Class	Class	Class			
CLASSES DE SOLO															
0 a 3	Neossolos + Afloramento de rochas	N	L	L	F	F	F	F	4	4ps	Regular	PAST C, AGR P e/ou REF	57,18	5,31	
	Gleissolos Hápticos	N	N	F	N	N	N	N	4	4P	Boa	PAST C e/ou AGR P	18,10	1,68	
3a 8	Latossolos Vermelhos Distroféricos	N	N/L	N	N	N	N	1	1C	Boa	AGR T	PAST C, AGR P e/ou REF	79,71	7,40	
	Neossolos + Afloramento de rochas	N	L	L	F	F	F	4	4ps	Regular	PAST C, AGR P e/ou REF	2,70	0,25		
	Gleissolos Hápticos	N	N	F	L	L	L	4	4P	Boa	PAST C e/ou AGR P	11,38	1,06		
	Latossolos Vermelhos Distroféricos	N	N/L	N	L	N	N	1	1C	Boa	AGR T	PAST C e/ou AGR P	83,54	7,75	
	Nitossolos Vermelhos Eutroféricos	N	N/L	N	L	L	L	2	2c	Regular	AGR T	AGR T	295,76	27,44	
8 a 13	Neossolos + Afloramento de rochas	N	L	L	F	F	F	4	4ps	Regular	PAST C, AGR P e/ou REF	27,80	2,58		
	Latossolos Vermelhos Distroféricos	N	N/L	N	L	N	N	3	3(c)	Restrita	AGR T	AGR T	59,24	5,50	
	Nitossolos Vermelhos Eutroféricos	N	N/L	N	L	M	M	3	3(c)	Restrita	AGR T	AGR T	231,14	21,45	
13 a 20	Neossolos + Afloramento de rochas	N	L	L	F	F	F	4	4ps	Regular	PAST C, AGR P e/ou REF	76,16	7,07		
	Latossolos Vermelhos Distroféricos	N	N/L	N	L	M	M	3	3(c)	Restrita	AGR T	AGR T	1,89	0,18	
20 a 45	Nitossolos Vermelhos Eutroféricos	N	N/L	N	F	M	M	4	4P	Boa	PAST C e/ou AGR P	72,80	6,76		
	Neossolos + Afloramento de rochas	N	L	L	MF	F	F	4	4(ps)	Restrita	REF, consorc. com PAS C e/ou AGR P	1,74	0,16		
45a 99	Neossolos + Afloramento de rochas	N	L	L	MF	MF	MF	6	6	Sem apt.	Preservação da Flora e da Fauna	55,64	5,16		
	Nitossolos Vermelhos Eutroféricos	N	N/L	N	MF	F	F	4	4(ps)	Restrita	REF, consorc. com PAS C e/ou AGR P	1,08	0,10		
<b>TOTAL</b>												<b>1070,00</b>	<b>100,00</b>		

Fonte: Autores (2017).

**Tabela 8** - Distribuição dos grupos, subgrupos e classes de aptidão, e respectivas áreas em alqueires da região estudada.

GRUPOS	SUBGRUPOS	CLASSE	ÁREA (ha)	(%)
1	1C	Boa para culturas temporárias	163,25	15,15
2	2c	Regular para culturas temporárias	295,77	27,44
3	3(c)	Restrita para culturas temporárias	292,27	27,12
4	4P	Boa para pastagens cultivadas ou agricultura permanente	102,28	9,49
	4ps	Regular para pastagem e agricultura permanente. Boa para reflorestamento energético.	163,84	15,20
	4(ps)	Restrita para pastagem e agricultura permanente. Regular para reflorestamento energético.	2,82	0,26
6	6	Sem aptidão agrícola	57,47	5,33
<b>TOTAL</b>			<b>1077,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autores (2017).

deficiência de água, e (N) Nulo para o variável *excesso de água*. Tais características contribuíram para a classificação dos fragmentos de área como aptos à exploração de agricultura temporária no nível de manejo C.

O grupo 4, subgrupo 4P, 4ps e 4(ps), indicados para pastagens cultivadas, agricultura permanente ou silvicultura, devem-se principalmente à combinação dos fatores limitantes: (F) para a variável *excesso de água*; (M), (F) e (MF) para a variável *suscetibilidade à erosão*; e (M) e (F) para a variável *impedimento para a mecanização*.

A ocorrência do grupo 4, subgrupo 4P, 4ps e 4(ps), foi de 24,95%. Esses subgrupos estão distribuídos principalmente nos topos de morros e em posição de meia encosta, localizados, principalmente, nos setores sul, sudoeste e noroeste da área de estudo (Figura 2). As classes de aptidão agrícola das terras desse grupo condicionam o uso das terras para atividades menos intensivas, sendo recomendado nível de

manejo B.

A ocorrência do grupo 6 corresponde a 5,33%, da área. Sendo que esse grupo está distribuído, principalmente, nos topos de morros, localizados principalmente no setor sul (Figura 2). Por tratar-se de uma área sem aptidão para uso agrícola é recomendado o uso para preservação da fauna e flora.

#### *Adequação de uso à aptidão agrícola das terras*

Para elaboração da carta de adequação de uso à aptidão agrícola das terras em ambiente SIG, adaptou-se o processo de avaliação de intensidade de uso do solo de Silva et al. (2010), advindo de Santos e Klamt (2004), e descrito na metodologia. A concatenação dos códigos alfanuméricos na tabela de atributos do ArcGis, relativos aos temas aptidão agrícola das terras e uso/ocupação da terra, resultou em fragmentos de áreas apresentados na Tabela 9.

A proposta de uso do solo levou em conta a relação entre o uso/ocupação atual com os diversos

**Tabela 9** - Valores em hectares (ha) e percentagem (%) da ocupação atual, grupos e subgrupos de aptidão, níveis de intensidade de uso e seus respectivos tipos de exploração recomendados.

OCUPAÇÃO ATUAL	GRUPOS E SUBGRUPOS	PROPOSTA DE USO ADEQUADO DAS TERRAS	ÁREA (ha)	(%)
<b>Áreas de uso consolidado</b>				
A URB	2c; 3 (c)	A URB	45,45	7,53
EDF	2c; 3(c); 4P; 4ps; 6	EDF	3,75	
EST M	1C; 2c; 3(c); 4P; 4ps; 6	EST M	13,60	
HID	2c; 3(c); 4P	HID	8,58	
ROD EST	1C; 2c; 3(c); 4P	ROD EST	9,73	
<b>Subtotal</b>			81,11	
<b>Áreas de aptidão condicente com as explorações existentes</b>				
AGR P	4P	PAST C e/ou AGR P	0,12	
AGR T	1C; 2c; 3(c)	AGR T	481,80	67,48
FLN 2 EI	1C; 2c; 3(c); 4P; 4(ps); 6	F FLN pres FA FLO	41,34	
FLN 2 EI	2c; 3(c); 4P; 4(ps); 6	FLN em APP	9,26	
FLN 2 EM	;2c; 3(c); 4P; 4(ps); 6	FLN pres FA FLO	43,66	
FLN 2 EM	2c; 3(c); 4P; 4(ps); 6	FLN em APP	35,01	
FLN 2 EM	2c; 3(c); 4P	FLN em AU e AEP	1,69	
PAS_C	4P	PAST C e/ou AGR P	24,15	
PAS_C	4ps	PAST C, AGR P e/ou REF	89,09	
RFL E	4ps	PAST C e/ou AGR P	1,09	
<b>Subtotal</b>			727,21	
<b>Áreas onde a Aptidão identificou sub-utilização pelas explorações existentes</b>				
AGR P	1C; 2c; 3(c)	AGR T	19,61	9,77
PAS_C	1C; 2c; 3(c)	AGR T	79,51	
RFL E	1C; 2c; 3(c)	AGR T	6,13	
<b>Subtotal</b>			105,25	
<b>Áreas onde a aptidão identificou subreutilização pelas explorações existentes</b>				
AGR P	4(ps)	REF consórcio com PAS C e/ou AGR P	0,00	5,92
AGR T	4P	PAST C e/ou AGR P	33,00	
AGR T	4(ps)	PAST C, AGR P e/ou REF	28,70	
AGR T	4(ps)	REF consórcio com PAS C e/ou AGR P	1,12	
PAS_C	4(ps)	REF consórcio com PAS C e/ou AGR P	1,03	
<b>Áreas de interesse ambiental</b>			63,85	
AGR P	2c; 3(c); 4P; 4(ps)	Rec FLN p/ APP	5,37	9,31
AGR T	2c; 3(c); 4P;	Rec FLN p/ AU e AEP	8,11	
AGR T	6	Rec FLN p/ FA e FLO	1,39	
PAS_C	2c; 3(c); 4P; 4(ps); 6	Rec FLN p/ APP	30,39	
PAS_C	2c; 3(c); 4P	Rec FLN p/ AU e AEP	28,56	
PAS_C	6	Rec FLN p/ FA e FLO	23,22	
RFL E	2c; 4P; 4(ps); 6	Rec FLN p/ APP	1,73	
RFL E	2c	Rec FLN p/ AU e AEP	0,05	
RFL E	6	Rec FLN p/ FA e FLO	1,76	
<b>Subtotal</b>			100,31	
<b>TOTAL</b>			1077,73	100,00

Fonte: Autores (2017).

tipos de uso potencial de exploração das terras, apontado pelo diagnóstico de classes de aptidão, buscando atender a necessidade de redução da pressão sobre a exploração do solo, apontada na avaliação da aptidão agrícola das terras.

Na Tabela 10 consta, para cada classe de ocupação, um resumo das percentagens de terra da ocupação atual, da aptidão das terras e da proposta de ocupação.

Na Tabela 10 é possível observar que a

**Tabela 10** - Relação entre uso atual/ocupação, aptidão das terras e proposta de ocupação das terras.

<b>RELAÇÃO: USO/OCUPAÇÃO – APTIDÃO DAS TERRAS – PROPOSTA DE OCUPAÇÃO</b>			
<b>Classe de Ocupação</b>	<b>Ocupação Atual (%)</b>	<b>Aptidão das Terras (%)</b>	<b>Proposta de Ocupação (%)</b>
<b>Ocupação Consolidada</b>	7,53	0,00	7,53
<b>Agricultura Temporária</b>	51,88	69,71	54,47
<b>Pastagens e Agricultura Permanente</b>	27,43	9,49	5,31
<b>Pastagens, Agricultura Permanente e/ou Reflorestamento</b>	0,00	15,2	11,03
<b>Reflorestamento</b>	0,99	0,26	0,20
<b>Floresta Nativa</b>	12,14	5,33	21,47
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autores (2017).

agricultura temporária é a principal ocupação atual do solo, com 51,88% da totalidade da área, sendo 2% menor que o recomendado nesta proposta de adequação. As áreas destinadas para lavouras temporárias estão distribuídas em todos os setores, com destaque para o setor nordeste (Figura 3), sendo que, neste setor, as terras apresentam aptidão no subgrupo 1C, 2c e 3(c), classes Boa, Regular e Restrita, para cultivo de lavouras anuais no nível tecnológico C. Trata-se, principalmente, de fragmentos de áreas cujos solos são altamente desenvolvidos, da classe Latossolos Vermelhos Distroférricos, seguido por áreas com Nitossolos Vermelhos Eutroférricos e de relevo suave a suave ondulado.

As pastagens cultivadas e a agricultura

permanente se destacam em segundo lugar, com 27,43% de ocupação atual da totalidade da área, aproximadamente 2% menos das terras destinadas a este tipo de exploração, pelas classes de aptidão, sendo recomendado para ocupação em aproximadamente 16,54% da área. Tratam-se de áreas cuja aptidão pertence ao grupo 4P e 4ps, classe Boa e Regular, para pastagens ou agricultura permanente, condicionada ao nível tecnológico B, e que estão localizados praticamente em todos os setores, com exceção do setor nordeste, o que pode ser observado na Tabela 4. Tais setores apresentam potencial para essas atividades por tratar-se de áreas de solos Nitossolos Vermelhos Eutroférricos ou associação Neossolos Litólicos + Neossolos Regolíticos + Afloramento de Rochas,

combinados com relevo ondulado e forte ondulado, respectivamente.

O reflorestamento com espécies exóticas apresenta ocupação de 1% da área. Os grupos e subgrupos de aptidão 4ps e 4(ps) destinam 11,22% da área de estudo para a exploração com pastagens cultivadas, lavouras perenes, considerando as classes Regular e Restrita, condicionada ao nível tecnológico B. Estes fragmentos de áreas são indicados, preferencialmente, para a exploração com reflorestamento com espécies energéticas (silvicultura). Sendo assim, esta forma de exploração foi recomendada em aproximadamente 11% da área, podendo ser em consórcio com pastagens ou com culturas perenes. Trata-se de associação Neossolos Litólicos + Neossolos Regolíticos + Afloramento de Rochas, solos rasos ou pedregosos associados ao relevo ondulado a forte ondulado.

Os fragmentos remanescentes da floresta nativa foram identificados em 12% do uso e ocupação atual do solo. Estas áreas, associadas às áreas indicadas como *sem aptidão agrícola* no diagnóstico de aptidão das terras e áreas de interesse ambiental, resultaram em aproximadamente 21% da totalidade da área de estudo a ser destinada à proteção da fauna e da flora.

Os setores sul, sudoeste e extremo noroeste (Figura 3) apresentam fragmentos de áreas de classe de aptidão quase que exclusivamente classificada na categoria *restrita para pastagem cultivada*, sendo, portanto, destinadas para a preservação da fauna e da flora através da

permanência da floresta existente ou recuperação, com espécies nativas, em áreas atualmente exploradas. Essas áreas ocorrem, principalmente, pelo seu caráter constituído por classes de associação Neossolos Litólicos + Neossolos Regolíticos + Afloramento de rochas, e de relevo ondulado a fortemente ondulado.

As demais áreas somam em torno de 8% da área de estudo e são consideradas de ocupação consolidada. São elas: as edificações e benfeitorias nas sedes rurais; os corpos d'água; a área urbana do Distrito de Água Boa; as estradas municipais; e a rodovia estadual PR 323. Essas áreas estão distribuídas em todos os setores da área de estudo.

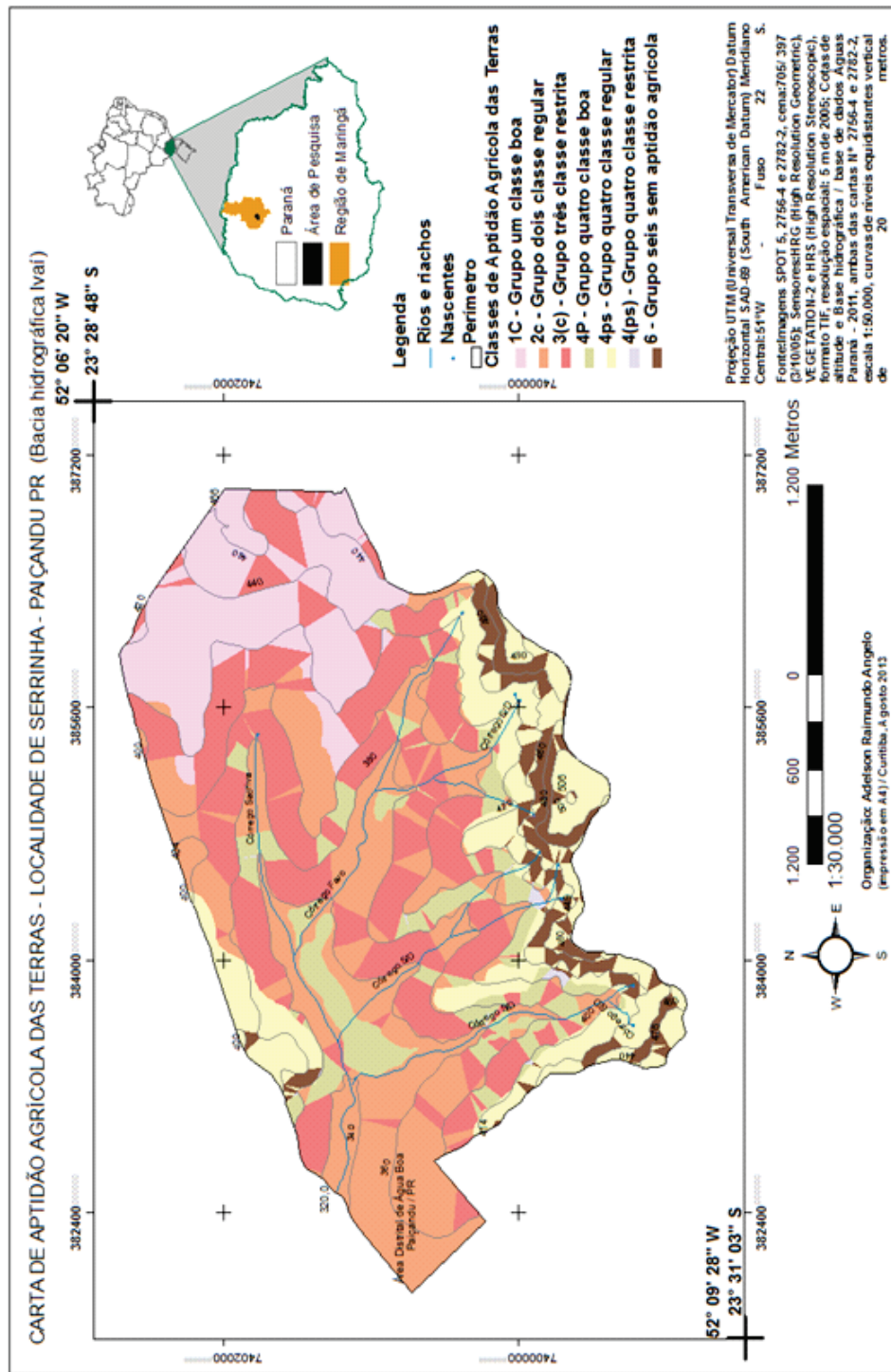
A Figura 3 (carta de proposta de uso adequado das terras da Localidade de Serrinha) ilustra a relação entre o uso/ocupação atual do solo, a aptidão agrícola e a proposta de uso das terras.

Assim, na proposta de uso, de acordo com a aptidão agrícola das terras da Localidade de Serrinha, são apresentadas três recomendações:

1ª) Devem ser utilizadas como áreas de preservação ambiental os fragmentos de áreas de floresta nativa, diagnosticados na carta de uso e ocupação atual do solo; as áreas consideradas como de interesse ambiental (APP's, AU's e AEP's), independentemente da classe de aptidão diagnosticada para o referido fragmento. Além disso, as áreas diagnosticadas como sem aptidão agrícola podem ser destinadas à proteção da fauna e da flora.

2ª) Deve ser mantida a atual situação de uso/ocupação nos fragmentos de áreas cujo grupo, subgrupo e classe de aptidão são condizentes com

**Figura 3 - Carta de Proposta de Uso Adequado das Terras da Localidade de Serrinha, Paçandu-PR.**



Elaboração: Adelson Raimundo Angelo, empregando base cartográfica do ÁGUAS PARANÁ e ITCG (PARANÁ, 2011 e 2013).

a exploração existente.

3ª) É necessário realizar a adequação das explorações agrícolas nos demais fragmentos, cujo grupo, subgrupo e classe de aptidão identificaram sub-utilização ou sobreutilização pelas explorações agrícolas existentes.

### **Considerações finais**

A metodologia utilizada possibilitou identificar situações de sub e sobreutilização, bem como de conflito ambiental no uso das terras em estudo. As características das terras revelaram potencial agrícola para aproximadamente 95% da área, no entanto, a distribuição espacial dos tipos de uso indicados na aptidão não coincidiu, na sua totalidade, com as explorações apresentadas pelo uso/ocupação atual do solo.

Foi possível verificar conflitos de uso relacionados à sobreutilização e à transgressão ambiental em 5,92% e 9,30% da área de estudo, respectivamente. Além disso, a carta de uso do solo para pastagens está presente em 27,44% da área, ou seja, ocupando 17% de área destinada pela proposta de ocupação, preferencialmente, às explorações de florestamento com espécies energéticas ou mesmo em áreas destinadas para a

recuperação com florestas nativas.

O estudo destacou a importância da documentação cartográfica de base e das observações de campo, que, correlacionadas em ambiente computacional, possibilitaram, com significativa redução de tempo, o estudo e a avaliação da aptidão das terras, possibilitando entendimento para a elaboração da proposta de uso, capaz de subsidiar a gestão do território de forma planejada, voltada para minimizar impactos ambientais.

Ao final, entendeu-se que o estudo de avaliação de aptidão agrícola das terras, baseado na proposta de Ramalho Filho e Beeker (1995), utilizando-se do processo de avaliação de aptidão descrito por Silva et al. (2010), através da delimitação e do estudo da área com explorações já consolidadas, possibilitou entendimento para a elaboração da proposta de uso, capaz de subsidiar a gestão do território de forma planejada, voltada para minimizar impactos ambientais.

### **Agradecimentos**

Agradecemos à EMATER-PR pela disponibilização de imagens e recursos tecnológicos para a realização deste trabalho.

### **Referências**

ANDRADE, A. R.; NERY, J. T. Análise sazonal e espacial da precipitação pluvial na Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí – Paraná. Universidade Estadual de Maringá. *Boletim de Geografia*. Maringá, v. 29, n. 2, p. 107-121, 2011.

BARROS, Z. X.; TORNERO, M. T.; STIPP, N. A. F. CARDOSO, R. A. P. Estudo da adequação do uso do solo, no município de Maringá-PR, utilizando-se de geoprocessamento. *Engenharia Agrícola de*



Jaboticabal, v.24, n.2, p.436-444, 2004.

BHERING, S. B; SANTOS, H. G. dos; BOGNOLA, I. A; CÚRCIO, G. R; MANZATTO, C. V; CARVALHO JUNIOR, W. de; CHAGAS, C da S; ÁGLIO, M. L. D; SOUZA, J. S. de. **Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR, 2008. 74p.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. D.O.U. de 28/09/1965. Código Florestal. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L4771.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.html). Acesso em: 04 de fevereiro de 2014.

\_\_\_\_\_. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) **Resolução 302, de 20 de março de 2002(a)**. Dispõe sobre os parâmetros definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>. Acesso em: 19 de agosto de 2013.

\_\_\_\_\_. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) **Resolução 303, de 20 de março de 2002(b)**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Área de Preservação Permanente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>. Acesso em: 19 de agosto de 2013.

CASTELANI, C, S; BATISTA, G. T; PEREIRA, W. F; Adequação do uso da terra em função da legislação ambiental. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Anais, 11, 2003, p. 559-566. Belo Horizonte. Belo Horizonte, 2003.

EMATER. Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Perfil da Realidade Municipal de Paiçandu**, 2007.

FLORENZANO, T. G: **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97 p.

IAPAR. **Cartas Climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, IAPAR, Ed. 1994. 45 p.

KLAMT, E; DALMOLIN, R. S. D; CABRAL, D. da R. Solos do Município de São João do Polêsine: **Classificação, distribuição geográfica e aptidão de uso**. Santa Maria: CCR, Departamento de Solos, 1997. 93p.

LEPSCH, I.F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS), 1983, 175p.

MIGUEL, P.; DALMOLIN, R. S. D.; PEDRON, F. A.; SAMUEL-ROSA, A.; MEDEIROS, P. S. C.; MOURA-BUENO, J. M.; BALBINOT, A. Solo e dinâmica de ocupação das terras em áreas do rebordo do planalto do rio grande do sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.17, n.4-4, p.447-455, 2011.

NETO, O. C. P.; LIMBERGER, L. Estudo da adequabilidade do uso do solo na área rural, através de técnicas de geoprocessamento. **Geografia, UEL** (Londrina-PR), v. 11, Número 2, p.171-183, 2002.

PARANÁ. ITCF. **Mapeamento dos solos para o Estado Paraná 1:250.000**. Ano: 2008.

\_\_\_\_\_. Instituto das Águas do Paraná (ÁGUAS PARANÁ). **Base hidrográfica e altimétrica do Estado do Paraná 1:50.000**. 2011.

RAMALHO FILHO, A; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro. EMBRAPA – CNPS, 1995. 65p.

SANTOS, F. J.; KLAMT, E. Gestão agroecológica de micro bacias hidrográficas através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto – caso Fazenda Pantanoso. **Ciência Rural**, 34, p.1785-1792, 2004.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília-DF: Embrapa, 2013a. 353p.

SILVA, E. B. **Avaliação da aptidão agrícola das terras como subsídio à reforma agrária: Assentamento Eldorado dos Carajás**. 2007. 147p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2007.

SILVA, E. B; NOGUEIRA, R. E; UBERTI, A. A. A. Avaliação da aptidão agrícola das terras como subsídio ao assentamento de famílias rurais, utilizando sistemas de informações geográficas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.6, p.1977-1990, 2010.

SILVA NETO, J. C. A. Indicação para o uso da terra na bacia hidrográfica do rio salobra – Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul. **RA'E GA**, p. 279-304, Curitiba: Departamento de Geografia – UFPR. 2012.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre a qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.743-755, 2009.