

Utilização de SIG na caracterização das áreas cultivadas com soja no Oeste do Paraná no ano agrícola 2010/2011

Victor Hugo Rohden Prudente¹
Erivelto Mercante¹
Carlos Henrique Wachholz de Souza¹
Suzana Costa Wrublack¹
Lucas Volochen Oldoni¹
Paulo Henrique Peruzzo de Lima¹

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Caixa Postal 701 – 85819-110 - Cascavel - PR, Brasil

victor.rohden@yahoo.com, erivelto.mercante@unioeste.br, carlos_hws@hotmail.com,
wrublack@hotmail.com, lucas_oldoni2011@hotmail.com, pauloperuzzo@hotmail.com

Abstract. Soybean is one of the most representative crops in Brazil. Paraná is one of the largest states of soybean production at the national level. The study area is located in the state of Paraná, being considered as polo in terms of mechanization and technology in the management of soybean. Studies involving factors of climate, intensity of use, features and physical properties of soil, impediments to mechanization, can provide a broader view of the soil potential, this knowledge is essential to proper use and management. Associating the importance of soybean with proper use and soil handling, the study aims to prepare maps of agricultural suitability of areas cultivated with soybean, using satellite image and information of soil type and declivity of the land, provided by official agencies, integrated into a Geographic Information System - GIS. The land suitability map was generated by the crossing of soil types and slope classes. The Oxisols and Alfisols with a slope of 20% were considered more suitable to handling and development of soybean crops. The soy mask was elaborated through supervised classification of Landsat 5/TM. Subsequent the soy mask was crossed with the suitability map, identifying and quantifying areas of soybeans crops cultivated in areas considered propitious and/or not propitious. As a result it is noteworthy that approximately 91% of the soybean crop areas are in places considered propitious to the development of culture.

Palavras-chave: relief, Mask soybean, soil types, relevo, mascara de soja, tipos de solos

1. Introdução

Atualmente o Brasil figura entre os países com maior potencial agrícola do mundo. Em 2009 a fatia territorial destinada ao setor agropecuário representou aproximadamente 31% do território nacional, sendo que destes, aproximadamente 74% são destinados a pastagens e o restante para os cultivos temporários e permanentes (Faostat, 2012).

Para o ano agrícola de 2010/2011, a área cultivada com soja no Brasil representou 24181 mil hectares, correspondendo a 3% do território brasileiro, sendo o estado do Paraná, responsável por 19%, e o estado de Mato Grosso com 26,5 % (Conab, 2012).

A utilização de áreas para fins agrícolas requer planejamento, pois o solo possui um potencial de uso correspondente às suas características, necessitando de certos cuidados conforme a maior ou menor intensidade de seu uso (Neto et al., 2002). Segundo Pedron et al. (2006) o diagnóstico do recurso solo, juntamente com outros elementos ambientais, constitui-se de uma excelente ferramenta na determinação de problemas, como os conflitos de uso das terras, podendo auxiliar no planejamento racional de todo o ambiente

A potencialidade de uso do solo é classificada por meio de um sistema que leva em conta o clima, a intensidade do uso, os fatores limitantes, as características e propriedades físicas do solo, os impedimentos à moto mecanização e as condições de infraestrutura (Lepsch, 1991). A classificação da capacidade de uso permite definir a possibilidade de utilizar o solo para diversos fins, tais como culturas anuais, culturas perenes, pastagens, reflorestamento ou vida silvestre, sem sofrer danos consideráveis (Rodrigues et al., 2001).

Considerando a importância de se estudar as características do solo visando o seu melhor uso e a grande representatividade da cultura da soja na área de estudo, o presente trabalho objetiva a identificação do tipo de solo e da declividade do terreno, onde se encontram as lavouras de soja, para o ano-agrícola de 2010-2011, na região Oeste do Paraná, evidenciando-se assim, quais as melhores condições (aptidão agrícola) para desenvolvimento da referida cultura.

2. Metodologia de Trabalho

A área em estudo compreende 35 municípios situados entre as latitudes 23°40'S e 25°22'S e as longitudes 52°4'W e 54°2'W, predominantemente pertencentes à região Oeste do Estado do Paraná (Figura 1). A escolha destes municípios se deu por estarem na região de maior produção da cultura (orbital/ponto) 223/77 do satélite Landsat 5 TM (*Thematic Mapper*). Para este estudo fez-se necessário a elaboração de três planos de informações a partir dos seguintes dados: (a) mapa de solo; (b) mapa de declividade; (c) mapa de lavouras de soja no local

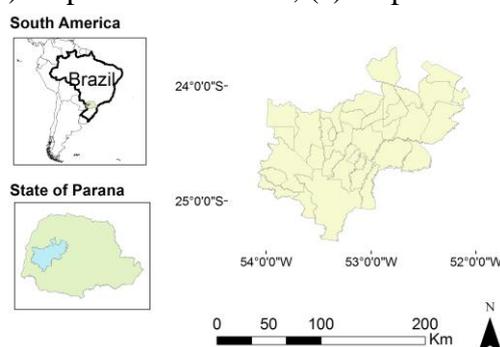


Figura 1. Localização da área de estudo.

Os diferentes tipos de solos foram identificados por meio do mapa de solos, obtido junto ao Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG) do Paraná. Tal mapa de solos foi obtido no formato *shapefile* (.shp) para todo o Estado, sendo necessário o posterior recorte para a área em estudo. Este recorte foi reclassificado em classes considerando apenas o primeiro nível categórico (Embrapa, 2009) obtendo-se os seguintes tipos de solos: Argissolos, Gleissolos, Latossolos, Neossolos e Nitossolos. O produto gerado nesta etapa constitui o primeiro plano de informação.

Segue uma pequena definição de cada tipo de solo, bem como algumas limitações ao uso dos mesmos, baseando-se nas definições de Oliveira (1999) e Embrapa (2009).

- Argissolos: quando apresentam elevado gradiente textural, são muito susceptíveis à erosão, sendo necessários cuidados especiais, principalmente nos arênicos e espessarênicos. Nas regiões serranas é comum a presença de afloramentos rochosos associadas a esses solos. Essas características estão geralmente associadas a relevos fortemente ondulados e montanhosos, o que limita tais solos ao uso agrícola;
- Latossolos: tendem a apresentar elevada porosidade e friabilidade, o que facilita o manejo agrícola. Sua principal limitação é a baixa disponibilidade de nutrientes nos solos distróficos e a toxicidade por alumínio trocável. Porém, o relevo favorecendo a mecanização, torna tais deficiências de fácil correção quando aplicada a tecnologia adequada;
- Gleissolos: são permanentemente ou periodicamente encharcados com água, devido a esse fator caracterizam-se pela coloração acinzentada. Necessitam de sistemas de drenagem para seu manejo agrícola;

- Nitossolos: são solos com discreto aumento de argila em profundidade, apresentando, apesar de argilosos, boa drenagem interna. Em alguns ambientes de ocorrência desses solos a declividade é mais acentuada, o que limita a produção agrícola de culturas anuais. Quando em relevo plano ou suave ondulado, podem ser manejados de maneira semelhante ao Latossolo;
- Neossolos: Por apresentarem reduzida profundidade efetiva, ou seja, reduzido volume de terra disponível para o ancoramento das plantas e para a retenção de umidade, seu uso para a agricultura é limitado. A maioria desses solos ocorre em relevos acidentados, portanto muito susceptíveis à erosão e apresentam sérias limitações de trafegabilidade

No segundo plano de informação se encontra o mapa de declividade gerado a partir dos modelos digitais de elevação, com resolução espacial de 90 metros, proveniente do mapeamento do relevo terrestre SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), obtidos junto a Embrapa Monitoramento por Satélites. Estas imagens provêm no formato geotiff (16 bits) sendo necessária a realização de um mosaico para abranger a totalidade da área em estudo. Após o mosaico confeccionou-se o mapa de declividade na forma percentual. O *software ArcGis 9.3*, através da função *slope* permite a elaboração dos mapas de declividade.

A declividade resultante foi reclassificada de acordo com o proposto por Pereira (2002), apresentado em intervalo percentual de cada classe na Tabela 1.

Tabela 1. Classes de declividade e tipo de relevo

Declividade (%)	Relevo
0 a 3	Plano
3 a 8	Suave ondulado
8 a 13	Moderadamente ondulado
13 a 20	Ondulado
20 a 45	Fortemente ondulado
Maior que 45	Montanhoso e escarpado

Fonte: Pereira (2002)

Considerando o alto nível de mecanização utilizado no manejo das lavouras de soja na área de estudo, adotou-se o sugerido por Pereira (2002), onde o autor considera as terras acima de 20% sendo impróprias para mecanização em qualquer época do ano, sendo difícil até mesmo o uso de implementos de tração animal.

As lavouras de soja foram identificadas com base na cena 223/77 (órbita/ponto) do satélite Landsat 5/TM (Thematic Mapper), a qual abrange a maioria dos municípios da região Oeste do Paraná. As imagens Landsat 5/TM, do ano safra 2010/2011, foram adquiridas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), onde as que apresentaram grande cobertura por nuvens foram descartadas, sendo assim foram avaliadas as imagens nas datas de 10/12/2010, 26/12/2010, 11/01/2011 e 27/01/2011.

Posteriormente realizou-se amostras das áreas de interesse nas imagens Landsat 5/TM, e por meio destas amostras implementou-se em cada uma das imagens os classificadores MaxVer e Paralelepípedo no *software ENVI 4.7*. Utilizando-se da calculadora de bandas do *ENVI 4.5*, com o comando *or*, obteve-se uma única máscara para o ano safra, gerando assim o terceiro plano de informação.

Formaggio et al. (1992) propõem uma metodologia de desenvolvimento de mapas de aptidão agrícola e de uso adequado das terras, usando SIG e imagens de satélite. Tal metodologia compreende o cruzamento do mapa de classes de declive com o mapa de solos, resultando em mapa de aptidão agrícola, e posteriormente este mapa é cruzado com o mapa de áreas cultivadas com soja (máscara de soja), obtido por meio de imagens de satélite, gerando

um mapa com áreas com área cultivadas em locais propícios ou não propícios para a determinada cultura.

Após a geração dos mapas supracitados, foram realizados os cálculos de área de cada classe gerada bem com as estatísticas descritivas. Todos os procedimentos, com exceção da obtenção da máscara de soja, foram realizados no *software ArcGis 9.3*.

3. Resultados e Discussão

O mapa de solos provindo do ITCG, já reclassificados nas classes de solo de acordo com o primeiro nível, se encontra na Figura 2. Observa-se na distribuição dos solos, uma maior presença de Latossolos e Nitossolos. Os Argissolos se encontram apenas ao norte no mapa, enquanto os Gleissolos, não são de fácil visualização.

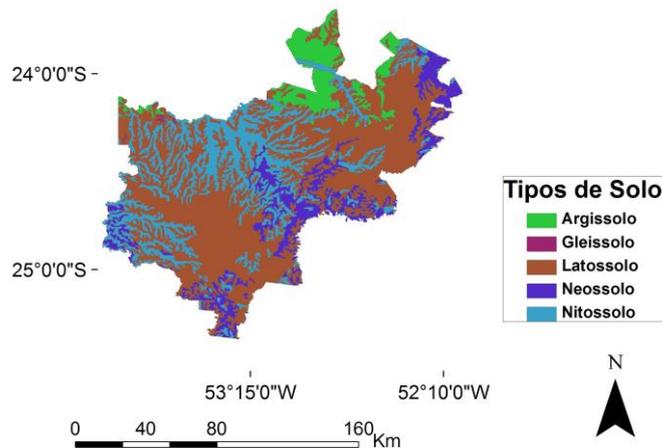


Figura 2. Classes de Solo para os 35 municípios estudados.

A Tabela 2 apresenta os valores de cada uma das classes de solos apresentadas na Figura 1, auxiliando por tanto, na interpretação da mesma. Verifica-se na tabela abaixo que mais da metade do território apresenta solos do tipo Latossolos, em quanto à presença de Gleissolos não representa nem meio por cento da área em estudo. Somados a presença da Nitossolos e de Latossolos representam mais de 75% do território.

Tabela 2. Tipos de solos da área em estudo

Solos	Área (ha)	Percentagem (%)
Argissolos	136089,76	7,78
Gleissolos	3431,33	0,20
Latossolo	953537,97	54,48
Neossolos	225769,52	12,89
Nitossolos	431361,01	24,65

O mapa da declividade gerado a partir das imagens SRTM, se apresenta na Figura 3. Verifica-se visualmente que a classe de declividade predominante é de 3 a 8%, ou seja, predomina o relevo Suave ondulado.

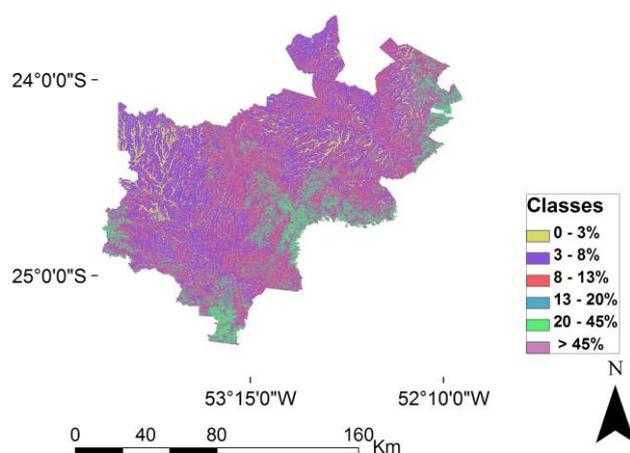


Figura 3. Classes de declividade para os 35 municípios estudados.

Na Tabela 3 estão presentes os valores de área de cada classe de declividade, auxiliando assim na interpretação da Figura anterior. Verifica-se que a aproximadamente metade do território analisado apresenta relevo suavemente ondulado, e que ao se somar as declividades de 0 a 13 %, chega-se a percentagem de aproximadamente 86% do território. A presença de declividade acima de 20% se apresenta mais nas extremidades sul, sudeste e leste do mapa, ocupando uma área menor de 5% do território.

Tabela 3. Classes de declividade existentes na área de estudo.

Declividade (%)	Relevo	Área (ha)	Percentagem (%)
0 a 3	Plano	219044,78	12,51
3 a 8	Suavemente ondulado	860607,22	49,17
8 a 13	Moderadamente ondulado	434611,08	24,83
13 a 20	Ondulado	153144,66	8,75
20 a 45	Forte ondulado	82440,44	4,71
maior que 45	Montanhoso e escarpado	458,63	0,03

O cruzamento do mapa de declividade com o mapa de solos gerou um mapa que apresenta as classes de aptidão agrícola. Para uma melhor interpretação, dividiu-se esse mapa de acordo com a declividade, gerando vários mapas, apresentados na Figura 4. Verifica-se que para declividades maiores de 45% há poucas áreas e não a presença de Argissolos e Organossolos. Na declividade de 20 a 45% também não há a presença dos Organossolos. Para uma melhor interpretação da Figura 4, a Tabela 4 trás os valores das áreas de solo existente em cada classe.

Tabela 4. Áreas existentes de solo em cada classe de declividade na área de estudo.

	0 a 3%	3 a 8%	8 a 13%	13 a 20%	20 a 45%	> 45%
Argissolos	16133,97	84989,56	32044,48	2361,79	26,42	0
Gleissolos	1122,04	2018,80	270,54	16,4142	0	0
Latossolos	137871,34	511071,66	221984,92	57770,71	24043,64	76,50
Neossolos	11812,67	51819,96	61703,94	92686,30	45731,34	368,18
Nitossolos	51435,27	209590,76	118098,75	39079,64	12566,66	13,86

Nota: Valores da Tabela em hectares.

Destaca-se na Tabela 4 a predominância do Latossolo nas declividades que variam de 0 a 13%, enquanto que para declividades maiores que 13% predominam os Neossolos. Os ditos Nitossolos correspondem a aproximadamente 25% das classes de declividades que variam de 0 a 20%, sendo que posteriormente diminuem sua participação.

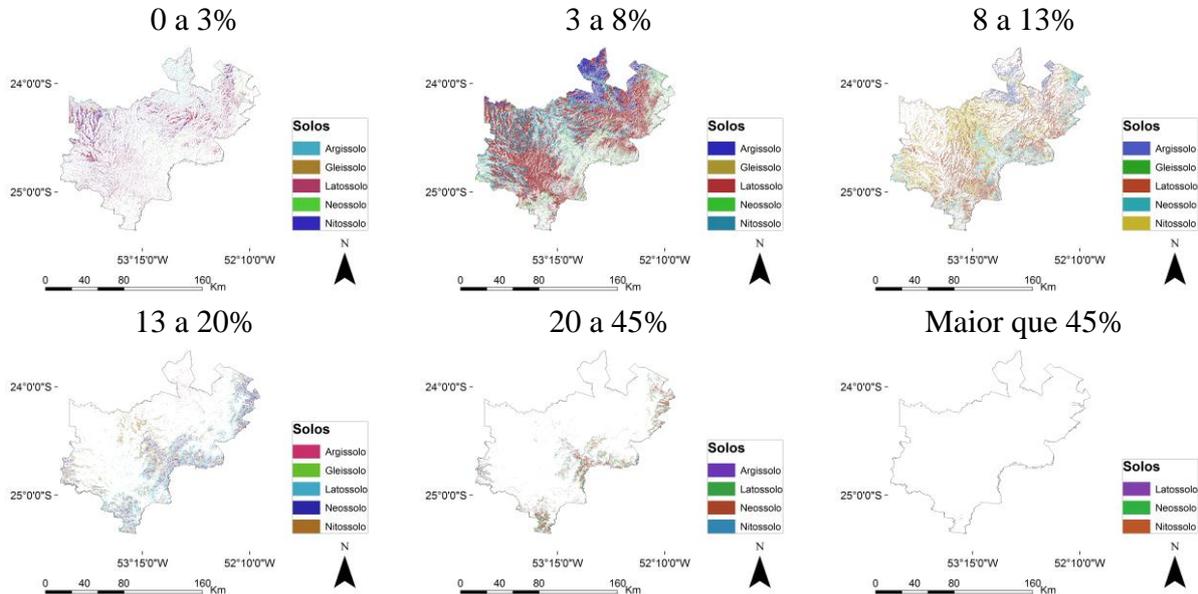


Figura 4. Tipos de solos em cada Classe de declividade para os 35 municípios estudados.

Os Argissolos tem sua maior participação nas declividades que variam de 13 a 20% e os Gleissolos, por abranger uma extensão muito pequena, possuem pouca ou nenhuma representatividade ao longo das classes.

Verifica-se, através da elaboração da máscara de soja e posteriores cálculos das áreas, uma extensão de aproximadamente 656.995 hectares cultivados com a cultura da soja, correspondente a aproximadamente 37,5% da área em estudo, como ilustrado na Figura 5.

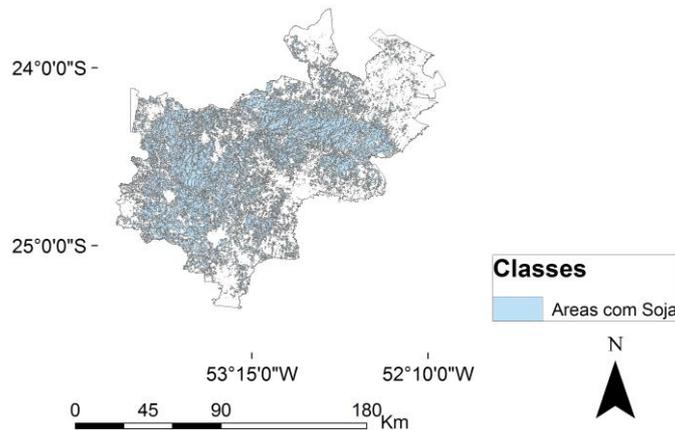


Figura 5. Mascara de soja para os 35 municípios estudados.

A seguinte máscara, após ser cruzada com o mapa de aptidão agrícola, gerou um mapa do atual cultivo da soja na região. Tal mapa, para uma melhor compreensão, foi apresentado em dois mapas, presentes na Figura 6, sendo que um o primeiro apresenta os tipos de solos presentes nas áreas cultivadas com soja (a) e o segundo apresenta as declividades em tais áreas (b). Destaca-se nos mapas abaixo que há uma maior presença de Latossolo e de declividade entre 3 a 8%. Para auxiliar na interpretação dos mapas supracitados a Tabela 6

trás a relação entre a área total cultivada com soja e área de cada classe do mapa de aptidão do solo.

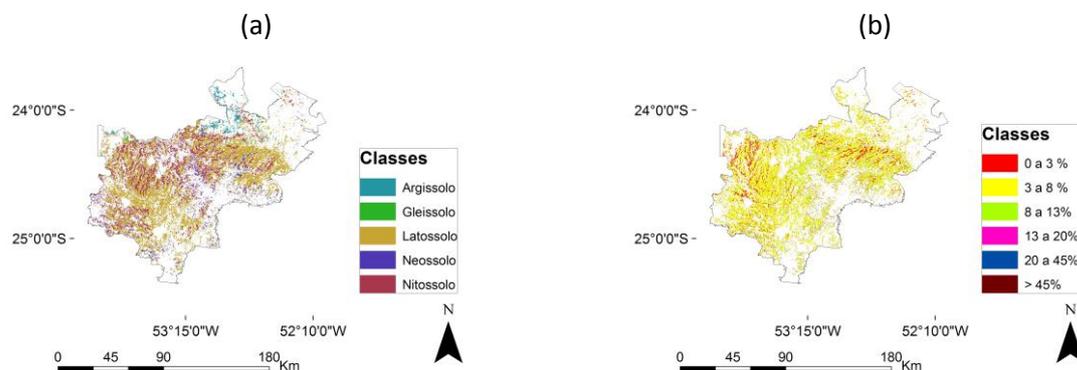


Figura 6. (a) Tipos de solos e (b) declividades presentes nas Mascara de soja dos 35 municípios estudados.

De acordo com a Tabela 6 a maior parte da área cultivada com soja se apresenta na classe Latossolo em uma declividade de 3 a 8%, correspondendo a 38% do total de áreas cultivadas. Destaca-se o grande cultivo apresentado no Latossolo, correspondendo a aproximadamente 62% das áreas cultivadas. Verifica-se ainda que aproximadamente 60% das áreas cultivadas situam-se entre as declividades 3 a 8%.

Tabela 6. Relação entre a área total cultivada com soja e área de cada classe destinada a cultura da soja.

	0 a 3%	3 a 8%	8 a 13%	13 a 20%	20 a 45%	> 45%	TOTAL (Solos)
Gleissolo	0,10	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,26
Argissolo	0,39	2,52	0,70	0,02	0,00	0,00	3,64
Latossolo	10,02	37,62	12,82	1,37	0,11	0,00	61,94
Neossolo	0,40	2,06	1,85	0,58	0,11	0,00	5,00
Nitossolo	3,69	17,08	7,34	0,86	0,06	0,00	29,03
TOTAL (declive)	14,59	59,43	22,72	2,84	0,28	0,00	

Nota: Valores da Tabela em %.

Verifica-se baixo percentual de lavouras nas áreas de declive acima de 20%, destacando-se que quase a totalidade das lavouras se encontra nas condições de declividade sugeridas por Pereira (2002) para a realização de um manejo mecanizado. Pequenas áreas de lavouras captadas na declividade superior a 45% possuem uma probabilidade maior de serem frutos de erros de classificação de que propriamente serem áreas destinadas a cultura da soja.

Os Latossolos e os Nitossolos considerando a declividade de até 20% apresentam as melhores condições para o desenvolvimento de culturas e para o manejo mecanizado. Destaca-se que aproximadamente 91% do total de área cultivada com soja encontram-se nestas condições topográficas. Verifica-se ainda que a cultura da soja se estende por aproximadamente 44% dos Latossolos e 45,5% dos Nitossolos para declividade até 20%, ou seja, deve-se realizar novos estudos para verificar a possibilidade de expansão destas áreas mais propícias a expansão da cultura.

As áreas de soja cultivadas nos Gleissolos são poucas representativas, e necessitam de um bom sistema de drenagem para serem cultivadas, caracterizando-se assim como áreas menos propícias a mecanização e a cultura da Soja. O cultivo em áreas de Argissolos não representam grandes impedimentos, uma vez a declividade se encontra inferior a 20%. Deve-se evitar a utilização dos Neossolos em relevos acidentados, pois há grande susceptibilidade a

erosão. Nas declividades menores, as limitações ao cultivo se devem a pouca profundidade efetiva. Devido às limitações, não se indica o cultivo da soja neste solo.

Por meio destas informações é possível orientar o uso e manejo da cultura da soja, procurando-se evitar o cultivo em áreas impróprias e expandir a cultura nas áreas ditas propícias para ao desenvolvimento da cultura.

4. Conclusões

A aplicação de técnicas ligadas ao sistema de informação geográfica – SIG e ao Sensoriamento Remoto permitiu à caracterização do território destinado a cultura da soja nos 35 municípios estudados. O tipo de solo e as limitações impostas pela declividade são fatores determinantes na escolha das áreas aptas ao cultivo da soja.

Destaca-se que nos Latossolos e Nitossolos presentes em áreas com declividade de até 20% representam às condições mais favoráveis a cultura da soja. Sendo desta forma aproximadamente 91% da área cultivada com soja encontram-se nestas condições mais propícias. Verifica-se também a presença de uma pequena parcela da cultura em condições menos propícias, ou seja, em áreas com declividade acima de 20% e/ou na presença de Neossolos e Gleissolos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná - SEAB-Paraná, a Fundação Araucária e ao CNPq.

Referências

Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. Soja – Brasil - **Série histórica de produtividade (1976/77 – 2009/10)**. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/SojaSerieHist.xls> > Acesso em: 15 de Outubro 2012

Embrapa. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília: **Embrapa Produção de Informação**, 2.ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SPI, 2009, 412p.

Faostat. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **ProdSTAT – Crops**. 2012. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/home/index_e_s.html?locale=es#DOWNLOAD> Acesso em: 15 de Outubro de 2012.

Formaggio, A.R.; Alves, S.D.; Epiphanyo, J.C.N. Sistemas de informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, p.249-256, 1992

Lepsch, I.F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas, Sociedade Brasileiro Ciência do Solo, 1991. 175p.

Neto, O.C.P; Limberger, L. Estudo da adequabilidade do uso do solo na área rural, através de técnicas de geoprocessamento. **Revista Geografia (Londrina)**, v. 20, n. 2-, p. 171-183, 2002.

Oliveira, J.B. **Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico**. Instituto Agrônomo. Boletim Científico 45. Campinas. 1999

Pedron, F. de A.; Poelking, E.L.; Dalmolin, R.S.D.; Azevedo, A.C. de; Klant, E. A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine – RS. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.105-112, 2006.

Pereira, L. C. **Aptidão agrícola das terras e sensibilidade ambiental: proposta metodológica**. 2002. 122p. Tese (Doutorado em Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2002.

Rodrigues, J.B.T.; Zimback, C.R.L.; Piroli, E.L. Utilização de sistemas de informação geográfica na avaliação do uso da terra em Botucatu (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.25, p.675–681, 2001.