



## LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS EM UMA REGIÃO DE VÁRZEAS DA APA DAS ILHAS E VÁRZEAS DO RIO PARANÁ

MARCELO LUIZ CHICATI, MARCOS RAFAEL NANNI, RONEY BERTI OLIVEIRA, EVERSON CEZAR

---

Universidade Estadual de Maringá

---

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi o de mapear os solos numa região de várzeas do município de Querência do Norte e as alterações sofridas pelos mesmos em função da ocorrência de cheias. Para tanto, foram realizadas coletas de solo em locais representativos da paisagem e enviados para laboratório para realização de análises físicas e químicas. Os resultados possibilitaram o mapeamento e classificação detalhada dos solos, além da análise da distribuição de alguns atributos no espaço. Dessa forma, obteve-se uma gama de 10 classes de solo na região de estudos e concluiu-se que estas sofrem influência direta de fatores do ambiente desde sua formação até a situação atual.

**Palavras-Chave:** Sensoriamento Remoto, Espacialização, Paisagem.

## RISING AND CHARACTERIZATION OF THE SOILS IN FLOODING AREAS OF APA OF THE ISLANDS AND FLOODS OF PARANÁ RIVER

### SUMMARY

The objective of this work was it of mapping the soils in a flooding areas of the municipal district of Querência do Norte and alterations suffered by the same ones in function of the occurrence of floods. For so much, soil collections were accomplished in local representative of the landscape and correspondents to laboratory for accomplishment of physical and chemical analyses. The results facilitated the mapping and detailed classification of the soils, besides the analysis of the distribution of some attributes in the space. In that way, it was obtained a range of 10 soil classes in the study area and it was ended that these suffer direct influence of atmosphere factors from its formation to the current situation.

**Key-words:** Remote Sensing, Spatializing, Landscape.

## INTRODUÇÃO

Como décimo maior do mundo em descarga, quarto em área de drenagem e principal formador da bacia do Prata, o rio Paraná tem representatividade para todo o centro-sul da América do Sul, desde as encostas dos Andes até a Serra do Mar, nas proximidades da costa atlântica (IBAMA, 2001). Sua bacia (Bacia do Paraná) é a que apresenta a maior densidade demográfica do país, levando a um enorme consumo de água para abastecimento e também para indústria e irrigação.

Dentro da Bacia do Paraná encontram-se algumas unidades de conservação, dentre as quais destacamos as Áreas de Proteção Ambiental (APA's), conceituadas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) como áreas, de maneira geral, extensas, com certo grau de ocupação humana, dotadas de atributos tanto bióticos como abióticos, estéticos e/ou culturais de especial importância para a qualidade de vida e para o bem-estar das populações que ali vivem e/ou transitam, e tem como objetivos básicos a proteção da diversidade biológica, organização do processo de ocupação além de assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais" (SNUC, 2000).

Neste trabalho, destacamos a Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná, que compreende as ilhas e ilhotas situadas no Rio Paraná, águas interiores, lacunares e lacustres, as várzeas, planícies de inundação e demais sítios especiais situados em suas margens, situada nos estados do Paraná e de Mato Grosso do Sul.

Os solos dessa região merecem destaque, uma vez que, possuem bom potencial agrícola para a cultura de arroz e tem poucos estudos pedológicos de comprovada aplicabilidade, isto é, em escalas de trabalho bastante pequenas para que seja possível então determinar a área de preservação necessária e também produzir as culturas que a população demanda.

O Brasil possui aproximadamente 30 milhões de hectares de várzeas irrigáveis (Lamster, 1983) cujos solos, de maneira geral, possuem condições favoráveis de topografia e de suprimento de água e fertilidade natural de média a alta (Almeida et al. 1983). Os solos de várzea podem ser utilizados para a produção de duas a três safras por ano, com manejo adequado, especialmente da adubação (Fageira e Zimmermann, 1996).

No estado do Paraná, os estudos relativos a estas práticas são bastante defasados em relação aos reali-

zados em regiões de alagamento constante, como por exemplo, o Pantanal ou a região Amazônica (ECO, 2006).

Sendo assim, este trabalho foi desenvolvido com o foco voltado à observação dos solos da região, a distribuição de seus atributos (pH, Cálcio, Magnésio, Potássio, Alumínio, Soma de Bases, Saturação por Bases, Saturação por Alumínio e Granulometria) espacialmente, além da forma como foram influenciados pelo regime hídrico da região. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi o de mapear os solos numa dada área piloto de estudos e as alterações sofridas pelos mesmos em função da ocorrência das cheias na região, buscando seu melhor aproveitamento futuro.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se na região noroeste do estado do Paraná, compreendendo a parte paranaense da Área de Proteção Ambiental Federal das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná situada no município de Querência do Norte. Nesta APA foi delimitada uma área piloto para realização dos estudos, sendo esta localizada pelas coordenadas UTM, no fuso 22 SW, 7428 – 7438 km e 238 – 252 km do Equador, com área total de 59,5 km<sup>2</sup>. O clima local é classificado, segundo Koeppen, como Subtropical Úmido Mesotérmico com verões quentes e tendência à concentração de chuvas.

A área situa-se na unidade geomorfológica "Unidade Rio Paraná", e tem uma forma fortemente assimétrica, com espessura variando de 5 a 6 metros na porção correspondente à planície de inundação, onde destacam-se os arenitos provenientes da Formação Caiuá.

Os solos da região, embora sejam formados pelo mesmo material de origem (arenitos), variam bastante em sua composição, mas, apresentam uma característica comum, que é a sua formação sob condições de hidromorfismo (Gomes et al. 1992).

A documentação cartográfica utilizada para este trabalho foi constituída por: cartas planialtimétricas folhas de Icaraíma (SF-22-Y-C-I), Loanda (SF-22-Y-A-V) e Tapira (SF-22-Y-C-II), na escala 1:100.000; fotografias aéreas pancromáticas verticais do ano de 1980 em escala 1:25.000 e do ano de 1996 em escala 1:50.000; imagens orbitais Landsat 5 – TM órbita ponto

224/076, a partir do ano de 1970 e imagens orbitais Landsat – ETM órbitas ponto 223/076 e 224/076, a partir do ano de 2001.

Essa documentação cartográfica, assim como todos os dados relevantes sobre a área foram manipulados no programa denominado Sistema de Processamento de Informações Geocodificadas – SPRING desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Em seguida foi realizada a fotointerpretação com auxílio de estereoscópio de espelhos, conforme metodologia descrita por Nanni e Rocha (1997). As imagens remotamente sensoriadas foram incorporadas ao sistema por meio de registro para a sua correção geométrica, conforme orientações descritas por Jensen (1986), Sabins Jr. (1987) e Crósta (1992).

A malha de pontos de coleta de amostras em campo, também chamada Grade de Amostragem, foi definida por meio de fotointerpretação, com definição das unidades fisiográficas da área de estudo e também a observação das imagens orbitais disponíveis para melhor caracterização do uso das terras, segundo EMBRAPA (1996). Após a definição da grade de amostragem, foi realizada a coleta dos dados em campo com a utilização do sistema GPS, para localização dos pontos. A descrição e coleta do material, e o método de trabalho de campo, seguiram os critérios estabelecidos por Lemos e Santos (1996). Foram realizadas 75 tradagens perfazendo uma densidade de aproximadamente 1 ponto de coleta a cada 90 m<sup>2</sup>. Em cada ponto localizado foi coletada amostra dos horizontes superficial e subsuperficial dos solos, em profundidades variadas, de acordo com a característica observada em cada ponto, sendo o método mais comumente empregado a coleta de superfície em 0 – 0,20 m e subsuperfície em 0,80 – 1,00 m. Estas amostras foram coletadas com trado tipo Holandês e acondicionadas posteriormente, em sacos plásticos de 5 litros, permanecendo fechados até sua chegada ao laboratório de análises físicas e químicas.

A combinação entre os dados obtidos nas análises laboratoriais das amostras e as observações de campo foram examinadas por meio de estatística descritiva, quanto a valores de máximas, mínimas, médias, desvio padrão e variância, tanto para o montante geral das amostras como detalhadamente para cada classe de solo encontrada na área. A partir de então, foram estabelecidas as classes de solo, confor-

me o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), e confeccionado um mapa semi-detalhado na escala 1:100.000 da área de estudo.

Um Modelo Numérico do Terreno (MNT) foi elaborado para representar a distribuição dos atributos do solo no espaço. Para produção de um MNT, podem ser utilizados diferentes algoritmos para interpolação de dados espaciais (Myers, 1994). Neste caso foi utilizado, de acordo com Câmara et al. (1998), o interpolador padrão do SPRING, o algoritmo média ponderada/cota/quadrante, onde os pontos dentro de uma grade regular cujas arestas são estabelecidas pelo usuário, contemplam um número de pontos com coordenadas x, y e z, cuja média ponderada é definida para cada quadrante desta grade regular.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A compartimentalização de classes de solo dentro da escala trabalhada foi conduzida principalmente associando-se às necessidades de uso e manejo, atrelado a um ambiente onde, em alguns setores, são passíveis as inundações. Entretanto, a influência do ambiente nas classes de solo locais é bastante evidente (Chicati, 2007). Fatores como o relevo extremamente plano, cheias ocasionais e flutuações do lençol freático são os principais agentes de alteração dos solos e de todo o sistema ambiental nessa região, como demonstrado na Figura 1, corroborando Nanni (2000). Estes são os principais responsáveis pela formação de classes de solos hidromórficos e plínticos, como relatado por EMBRAPA (2006).

A presença de plintita e petroplintita na região como um todo é bastante comum, visto que a flutuação do

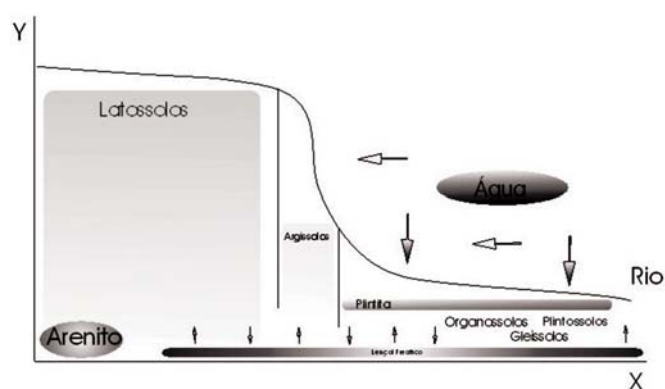


Figura 1. Topohidroseqüência atual da área de estudo.

lençol freático na área é freqüente, embora também estejam ligados a este processo, outros fatores como a idade do solo, seu grau de evolução e até mesmo seu material parental (Coelho e Vidal-Torrado, 2003).

A partir das amostras de solo coletadas em campo foram realizadas análises granulométricas, visando à classificação textural dos solos, e químicas (Tabela 1), no intuito de classificação dos solos regionais. Os resultados das análises comprovaram que os solos da área de estudo são constituídos, granulometricamente, em sua maioria arenosamente.

Também é bastante evidente, nos resultados obtidos, que o pH dos solos nessa região é definido completamente como ácido, embora ocorram pequenas variações no nível de acidez de acordo com o local de coleta, mas sempre ácido, tanto na determinação sendo feita em KCl como em H<sub>2</sub>O, como também observado por EMBRAPA (2004). Este fato é interessante, haja vista, que os solos alagados tendem a neutralidade pela ação da água no sistema. No entanto, neste caso não foi observado. Grande parte da acidez do sistema pode ser atribuída à presença de Alumínio (Al<sup>3+</sup>) na maioria das amostras, sendo que em alguns pontos coletados a quantidade determinada foi bastante expressiva (22,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>).

Outro ponto importante demonstrado pela análise laboratorial foi à obtenção de valores altos de Fósforo (P) e Cálcio (Ca) em alguns pontos isolados de coleta de amostra. Isso pode ser explicado por prováveis adubações anteriores nas áreas de coleta das amostras deste trabalho, bem como, pela acidez desses solos ou, até mesmo, pela presença de depósitos antigos, provenientes do material originário.

A partir do momento que foi obtida a classificação para os solos da região, essas informações foram então inter-relacionadas com outras já existentes, principalmente quanto à localização geográficas dos pontos amostrais e seu posicionamento dentro do relevo e da geomorfologia da região para que então fosse confeccionado o mapa de solos da área de estudos (Figura 2). Este mapa é muito importante para a região, pois identifica e cartografa as classes de solo presentes no local, reunindo informações e conhecimentos que podem futuramente ser aproveitados para a gestão do sistema como um todo, desde qual o melhor uso para uma determinada área até seu manejo para manutenção e preservação, conforme observado também por IBGE (1998).

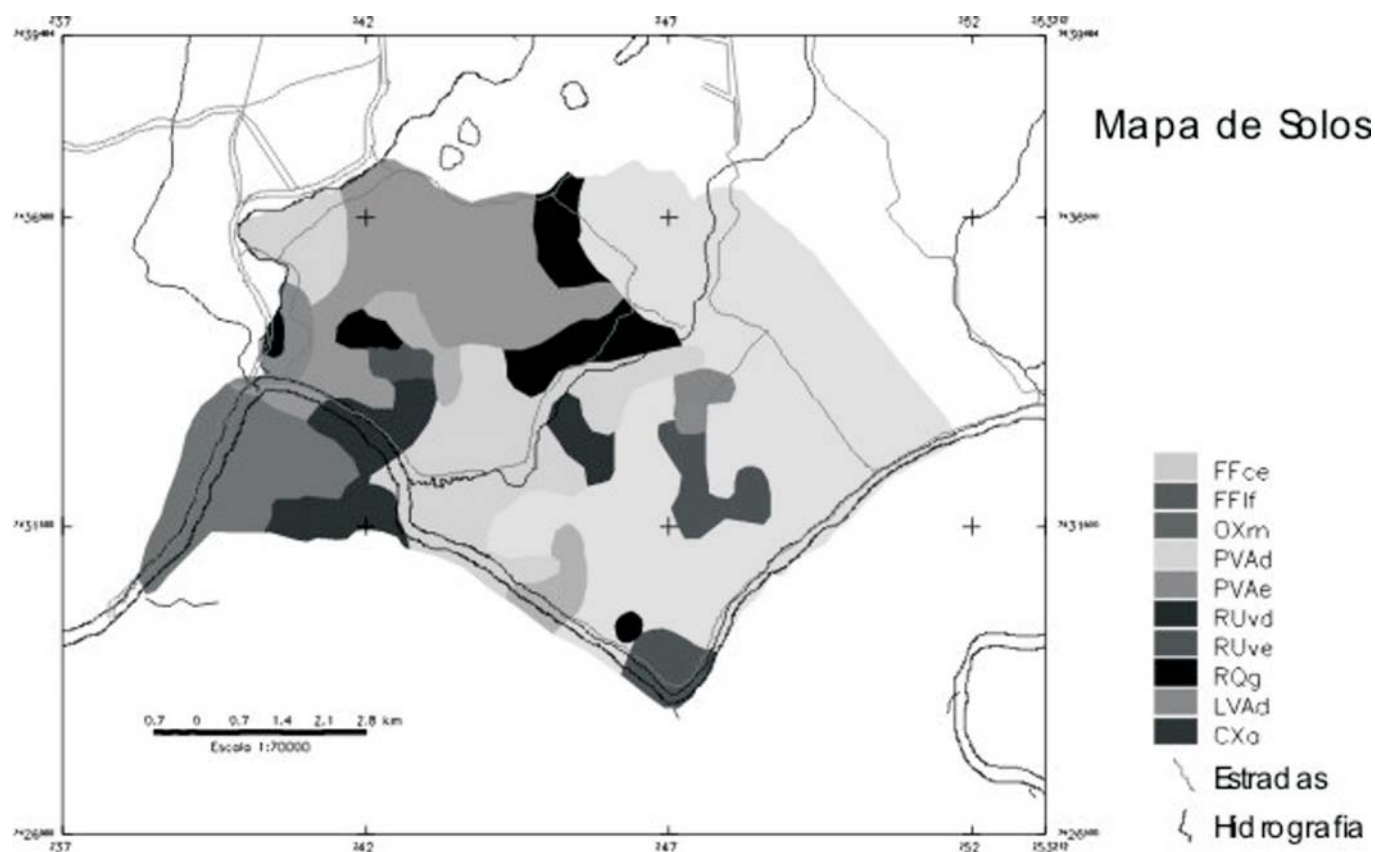
A partir deste mapa foi então determinada a distribuição proporcional das classes de solo em campo,

**Tabela 1.** Média dos valores obtidos nas análises de solo das amostras coletadas na área de estudo

SIGLA <sup>1</sup>	nº. repet	Camada <sup>2</sup>	pH KCl	pH H <sub>2</sub> O	Ca	Mg	K	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC	P	V	m	C	AREIA	SILTE	ARGILA
CXa	4	A	3,8	5,1	3,6	1,2	0,3	2,2	8,3	5,1	13,4	4,9	37,1	32,2	17,2	35,3	27,0	37,8
		Bi	3,7	5,1	2,2	2,2	0,3	4,1	9,7	4,7	14,3	3,9	30,2	49,8	7,1	29,8	26,0	44,3
LVAd	4	A	3,9	5,0	1,5	0,8	0,1	1,5	6,0	2,3	8,3	2,4	27,8	37,6	11,5	71,3	8,5	20,3
		Bw	3,8	5,0	0,8	0,7	0,1	4,5	8,2	1,6	9,8	0,9	18,2	67,0	4,1	59,8	7,5	32,8
RQg	8	A	3,9	5,0	1,6	0,5	0,2	0,8	4,6	2,3	6,9	7,5	28,4	31,5	9,7	72,9	12,0	15,1
		C	3,9	5,1	1,4	0,9	0,1	2,1	4,2	2,4	6,5	3,8	31,1	41,2	2,7	69,8	12,5	17,8
RUvd	4	A	3,7	5,2	2,5	1,0	0,1	3,3	10,5	3,6	14,1	3,5	28,0	41,6	15,1	39,8	24,5	35,8
		C	3,2	5,2	2,3	1,6	0,1	11,5	18,1	4,0	22,1	0,8	19,3	71,4	4,1	25,5	15,8	58,8
RUve	1	A	3,9	5,1	1,4	0,5	0,1	0,5	4,5	2,0	6,4	1,9	30,7	20,2	12,3	56,0	21,0	23,0
		C	4,2	5,6	8,5	2,5	0,2	0,1	4,1	11,2	15,3	1,3	73,1	0,9	5,5	27,0	16,0	57,0
PVAe	5	A	4,4	5,2	2,3	0,5	0,2	0,8	6,3	2,9	9,2	4,4	36,1	14,9	11,7	78,2	5,6	16,2
		Bt	5,0	6,1	2,4	0,3	0,0	0,0	1,0	2,7	3,7	1,8	74,5	0,0	2,3	75,0	5,6	19,4
PVAd	25	A	4,1	5,1	1,9	0,7	0,2	1,0	6,5	2,9	9,4	6,9	31,0	25,4	12,6	65,3	15,4	19,3
		Bt	3,5	5,0	3,0	2,0	0,1	6,0	10,7	5,2	15,8	1,7	29,3	54,3	4,4	48,3	9,9	41,8
OXm	6	O	3,7	4,8	5,5	1,1	0,2	3,2	24,2	6,7	30,9	14,3	22,0	32,9	39,4	43,0	18,8	38,2
		C	3,3	4,6	9,4	2,8	0,2	7,4	20,1	12,3	32,5	18,7	34,7	41,0	16,1	40,8	12,7	46,5
FFf	15	A	4,1	5,1	0,7	0,1	0,1	0,4	3,6	0,9	4,4	1,8	18,1	36,6	8,3	83,0	8,7	8,3
		F	4,0	5,1	0,4	0,1	0,0	1,0	3,0	0,6	3,6	0,8	16,7	61,0	3,4	75,0	8,7	16,3
FFce	3	A	3,9	5,1	3,1	1,3	0,2	2,0	7,6	4,7	12,3	5,3	36,5	28,3	14,5	47,3	22,8	29,9
		F	3,5	4,9	3,9	2,0	0,1	8,1	13,2	6,0	19,3	2,7	32,9	51,2	4,2	39,1	11,1	49,9

<sup>1</sup> Cambissolo Háplico aluminico (CXa); Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd); Neossolo Quartzarênico hidromórfico (RQg); Neossolo Flúvico Ta distrófico (RUvd); Neossolo Flúvico Ta eutrófico (RUve); Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (PVAe); Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd); Organossolo Háplico fíbrico (OXm); Plintossolo Pétrico litoplíntico (FFf); Plintossolo Pétrico concrecionário eutrófico (FFce)

<sup>2</sup> Camadas: A, B, C, O ou F, com profundidades de coleta variáveis, de acordo com as classes presentes.



**Figura 2.** Mapa de solos da área de estudos com as 10 classes encontradas

conforme a Tabela 2.

De posse das tabelas de análises de solo, foram confeccionados os modelos numéricos de terreno (MNT) baseados nos atributos destes solos e sua distribuição no espaço. A seguir é demonstrado um modelo com imagens comparativas entre as camadas, superficial (sup) e subsuperficial (sub), para o item pH em KCl (Figura 3).

Após as análises realizadas no campo por meio de observações visuais e físicas, dos estudos feitos sobre os resultados das análises laboratoriais e dos atributos

pesquisados além da confecção dos modelos numéricos do terreno, obteve-se então uma base de dados específica para o componente de produção solo, onde os agricultores locais poderão buscar informações que venham a lhes proporcionar melhor aproveitamento dos outros fatores envolvidos no processo produtivo das culturas locais.

## CONCLUSÕES

1. As áreas agricultáveis foram classificadas de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos em porções distintas das seguintes classes: CAMBISOLO HÁPLICO Alumínico (CXa); LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (LVAd); NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico (RQg); NEOSSOLO FLÚVICO Ta Distrófico (RUvd); NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico (RUve); ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico gleico (PVAe); ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico gleico (PVAd); ORGANOSSOLO HÁPLICO Fíbrico (OXm); PLINTOSSOLO HÁPLICO Litoplântico (PLInt); PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplântico (PLInt); PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário eutrófico (PLInt).

**Tabela 2.** Distribuição espacial das classes de solo

Classe de Solo	Área (ha)	% da Área
CAMBISOLO HÁPLICO Alumínico	555,8	7,92
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico	119,4	1,70
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico	411,8	5,87
NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico	49,7	0,71
NEOSSOLO FLÚVICO Ta Distrófico	426,7	6,08
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico gleico	1024,8	14,61
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico gleico	2782,7	39,67
ORGANOSSOLO HÁPLICO Fíbrico	222,8	3,18
PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplântico	354,4	5,05
PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário eutrófico	1066,2	15,20
TOTAL	7014,3	100,00

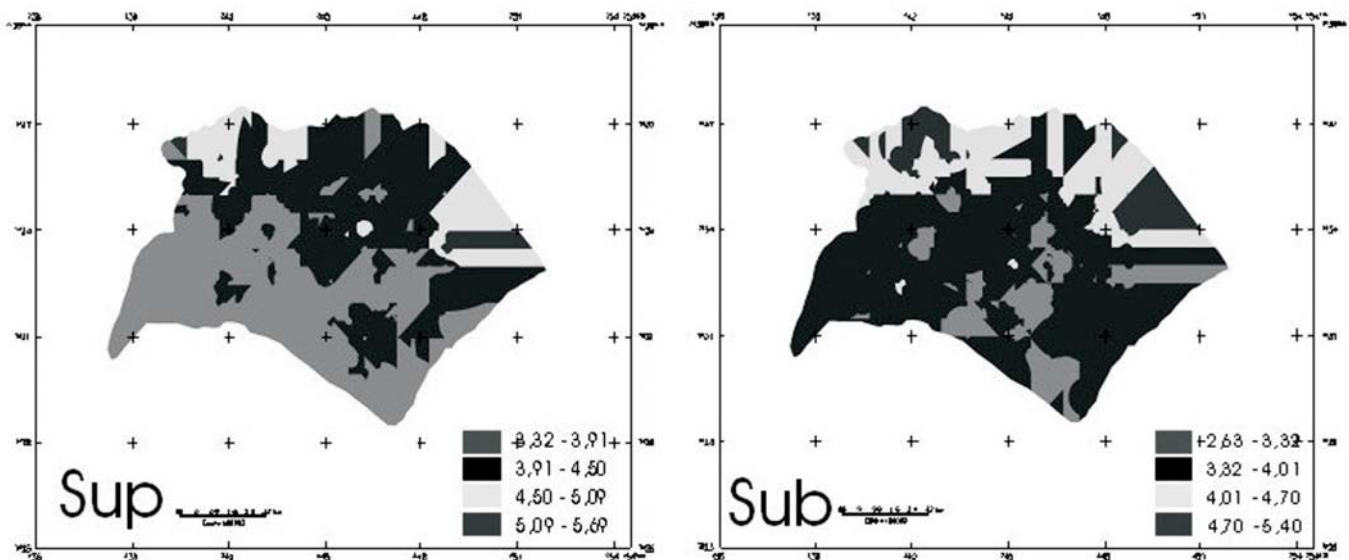


Figura 3. Representação da distribuição de pH em KCl.

SOLO PÉTRICO Litoplíntico (FFlf); PLINTOSSO-LO PÉTRICO Concrecionário eutrófico (FFce).

2. Boa parte das classes de solo encontradas na área de estudo tem grande relação com o ambiente local, tanto pelos fatores de formação, como pelo clima a que são submetidos.

3. A base de dados formulada poderá se útil na região para o planejamento das próximas safras agrícolas.

### AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão de bolsa ao primeiro autor (Proc. n. 134501/2004-7) e ao segundo autor (Proc. n.310948/2006-1) e à Capes pela concessão de bolsa ao terceiro autor.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. R. de; BARUQUI, F. M.; BARUQUI, A. M.; MOTTA, A. E. F. da. Principais solos de várzeas do Estado de Minas Gerais e suas potencialidades agrícolas. Informe Agropecuário, v. 9, n.º. 105, p. 70-78, 1983.  
CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Mapas e suas representações computacionais. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. Sistemas de Informações geográficas – aplicações na agricultura. Brasília : Embrapa/SPI, 1998. cap. 2, p. 13-29.

CHICATI, M. L. Caracterização dos solos na porção alagável de Querência do Norte e validação de um modelo de inundação por meio de sistema de informações geográficas. 126p. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.

COELHO, M. R.; VIDAL-TORRADO, P. Caracterização E Gênese De Perfis Plínticos desenvolvidos De Arenito Do Grupo Bauru. I – Química. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, n. 1, p. 483-494, 2003.

CRÓSTA, A. P. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. Campinas: UNICAMP, 1992. 170 p.

ECOIA. Portal de Informações Ambientais – Boletim Atividades Econômicas. ECOIA, Paraná, Coalizão Rios Vivos. 2006.

EMBRAPA. SNLCS. Normas e critérios para levantamentos pedológicos. Rio de Janeiro, 1996. 94 p.

EMBRAPA. Cultivo do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins. CNPTIA. Boletim Técnico – Sistemas de Produção n.º. 3. Brasília, Novembro, 2004.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro. EMBRAPA – CNPS, 2006. 306 p.

FAGEIRA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. Resposta de Arroz Irrigado à Adubação em Solo de Várzea. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v. 31, n.º. 6, p. 463-466, 1996.

GOMES, A. S.; CUNHA, N. G.; PAULETTO, E. A.; SILVEIRA, R. J. C.; TURATTI, A. L. Solos de várzea: uso e manejo. In: MARCÂNTONIO, G. (Coord.). Solos e irrigação. Porto Alegre: Ed. da UFRGS/FEDERACITE, 1992. p. 64-79.

- IBAMA. Roteiro Metodológico para a Gestão de Área de Proteção Ambiental, APA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília: Ed. IBAMA, 2001.
- IBGE. Noções Básicas de Cartografia. Rio de Janeiro, IBGE. 1998. 127 p.
- JENSEN, J. R. Introductory digital image processing: a remote sensing perspective. New Jersey : Prentice-Hall, 1986. 379 p.
- LAMSTER, E. C. Programa Nacional de Aproveitamento Racional de Várzeas – Pró-várzeas Nacional. Brasília: Ministério da Agricultura, 1983. p. 7-11. (Informação Técnica, I).
- LE MOS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo. 3 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS, 1996. 83 p.
- MYERS, D. E. Spatial interpolation: an overview. *Geoderma*, v. 62, p. 17-28, 1994.
- NANNI, M. R. Zoneamento agropastoril. In: ITCA. Zoneamento ecológico econômico da APA do Rio Paraná. Maringá: edição do autor, 2000, 21 p.
- NANNI, M. R.; ROCHA, H. O. da. Integration of GIS technology, remote sensing and multivariate analysis in the delimitation of physiographic units for pedological mapping. *Boletim IG-USP – Série Científica*, São Paulo, v. 28, p. 129-143, 1997.
- SABINS JR., F. F. Remote Sensing: principles and interpretations. San Francisco: W. H. Freeman, 1987. 449 p.
- SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Lei nº. 9985 de 18 de julho de 2000.