

3

Atualização do levantamento de reconhecimento de solos dos municípios da Bacia do Paraná 3 e Palotina¹

*Itamar Antonio Bognola
João Bosco Vasconcellos Gomes
Wilson Anderson Holler
Gustavo Ribas Cúrcio
Moacyr de Jesus Rauen
Américo Pereira de Carvalho
Reinaldo Oscar Pötter
Alcides Cardoso*

¹ Arquivo do mapa de solos disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/218093/1/Bioeste-A1-BP3-Palotina-Solos.pdf>>

Introdução

Os municípios formadores da Bacia do Paraná 3 (BP3) e o município de Palotina, todos localizados no Terceiro Planalto Paranaense, foram o objeto do presente estudo. Em boa parte dessas paisagens predominam solos com boas características para a agricultura industrial conexas à produção intensiva de grãos e de proteína animal. O setor primário e a agroindústria dos municípios geram riquezas que sustentam o desenvolvimento regional em níveis muito superiores à média nacional, justificando a iniciativa da atualização do levantamento de solos aqui apresentado, considerando que a espacialização dos solos é ferramenta essencial à definição de políticas de planejamento de uso da terra.

Assim, o presente trabalho objetivou atualizar, no perímetro de abrangência dos municípios da BP3 e Palotina, o mapa de solos gerado por Bhering e Santos (2008), considerando: resoluções da 5ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2018), ampla checagem de nomeação das unidades de mapeamento (realizada polígono a polígono), reagrupamento das unidades de mapeamento de solos e qualificação das unidades de mapeamento em atributos de retenção de água (incluindo viagens de campo, coleta de amostras e análises de retenção de água). São partes interativas desse estudo o presente relatório, o mapa de solos na escala 1:250.000 e os arquivos shapes que formam a base de dados cartográfica em ambiente de Sistema Geográfico de Informações. Características gerais da região são apresentadas por Gomes et al. (2020).

Metodologia

A base cartográfica em meio digital da área de estudo foi elaborada na Projeção Cônica de Albers, no sistema de referência geocêntrico da Américas (SIRGAS 2000), oficialmente utilizado no Brasil, conforme a Resolução PR nº 01/2015 (IBGE, 2015).

A atualização do levantamento de solos da área de estudo foi realizada a partir dos arquivos vetoriais do mapa de solos do estado do Paraná (Bhering; Santos, 2008), sendo que este utilizou dados originais de Embrapa (1974a, 1974b, 1984). Trabalhou-se em várias frentes, envolvendo redefinições da base cartográfica (atualizações de área urbana, massas d'água etc.), da legenda do mapeamento de solos e da base de dados de solos, fornecendo também informações sobre altitude e declividade da região do estudo.

Além das massas de água, a definição das unidades de mapeamento de solos não abrangeu áreas oficiais de proteção ambiental, terras indígenas e áreas urbanas.

A definição dos polígonos das unidades de mapeamento de solos considerou uma escala de trabalho de 1:250.000 e uma área mapeável de 1 cm² no mapa, ou seja, 625 ha. Foi realizada uma checagem da qualificação de todos os polígonos das unidades de mapeamento de solos, comparando as unidades de mapeamento de solos observadas em Embrapa (1974a, 1974b, 1984) com Bhering e Santos (2008). Quando as qualificações eram incoerentes, optou-se pela qualificação original de Embrapa (1974a, 1974b, 1984). Para alguns polígonos maiores foi realizada uma checagem de campo, quando sempre se observou que a qualificação correta estava com Embrapa (1974a, 1974b, 1984), o que era esperado, considerando ser o trabalho original e o que envolveu a produção de dados a partir do campo. A checagem

foi realizada de forma sistemática no ArcGis, em todos os polígonos do mapa, utilizando-se o recurso de alternância entre dois “layers”, no caso, o shape do mapa de solos de Bhering e Santos (2008) e o mapa de solos da Embrapa (1984) em pdf georreferenciado, além de checagens visuais nos mapas em papel de Embrapa (1974a, 1974b).

Após o trabalho de checagem realizado, uma nova legenda do mapa de solos foi definida, incorporando alterações do sistema de classificação de solos de Santos et al. (2018). Além disso, pequenas alterações envolveram checagens de campo, como na ordem dos componentes das unidades de mapeamento de solos que são associações. Alguma alteração de classificação foi realizada dentro dos solos classificados como Neossolos Litólicos, parte deles migrando para a classe Neossolo Regolítico. Também ocorreu a junção de algumas unidades de mapeamento que estavam separadas apenas pela fase de vegetação, quando alternavam entre floresta tropical e subtropical ou entre floresta perenifólia e subperenifólia.

As principais classes de solos e de fases de textura foram prospectadas no campo, com perfis de solo sendo descritos e amostrados em barrancos, conforme Santos et al. (2013). Os perfis foram caracterizados física e quimicamente, incluindo análises da retenção de água dos horizontes pedogenéticos desses perfis. Essa caracterização permitiu qualificar as unidades de mapeamento de solos com atributos de retenção de água. Nem todos os pontos de observação prospectados foram amostrados. Para descrever as classes de solo da região e para formar o “layer” de pontos de observação de solos da região estudada também foram utilizados e georreferenciados os solos prospectados em Embrapa (1984).

As amostras de solos coletadas foram analisadas nos laboratórios da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e da Embrapa Florestas. As amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de malha 2 mm, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Na TFSA foram feitas as determinações granulométricas (parte das amostras) e químicas (pH; cátions do complexo sortivo – Ca, Mg, K, Na, Al e H; C orgânico e P assimilável), conforme Donagema et al. (2011). Por cálculo foram determinados a soma de bases trocáveis, a capacidade de troca catiônica, a saturação por bases e a saturação por Al. Nas amostras indeformadas foram realizadas as análises de densidade do solo, porosidade e retenção de água, também conforme Donagema et al. (2011).

Classes de capacidade de água disponível do solo dos componentes das unidades de mapeamento

A retenção de água foi definida para diferentes tensões (solo saturado, 0,006 MP m⁻³, 0,01 MP m⁻³, 0,1 MP m⁻³ e 1,5 MP m⁻³) de horizontes pedogenéticos de 13 perfis de solo. Esses perfis são representativos das principais variações de solos da área de estudo.

Com os valores das tensões 0,01 MP m⁻³ e 1,5 MP m⁻³ (respectivamente, capacidade de campo e ponto de murchamento), a capacidade de água disponível foi calculada e ponderada para os intervalos de profundidade 0-0,2 m; 0-0,5 m; 0-1,0 m; e 0-2,0 m (Tabela 1). Para esse cálculo, horizontes que se apresentaram pedregosos e, ou rochosos, e onde não se conseguiu retirar amostras indeformadas, tiveram sua disponibilidade de água estimada pelos valores obtidos para horizontes contíguos, corrigidos em função do volume real de solo dos horizontes não amostrados. Os intervalos de profundidade utilizados atenderam as demandas nos cultivos de árvores.

De posse dos dados de solos representativos da região e utilizando-se classificações de capacidade de água disponível da literatura (Verdonck et al., 1983; Oliveira; Paula, 1988; Reynolds et al., 2007), foi construído uma classificação para ser utilizada na área de estudo (Tabela 2). A informação das classes de disponibilidade de água será útil nos trabalhos de interpretação do mapeamento de solos para diversos fins, permitindo a construção de modelos espaciais de balanço hídrico baseados não apenas em dados climáticos, mas também na real capacidade de água disponível do solo. Assim, mais que afirmar que uma determinada classe seja a “ideal” em termos de retenção de água no solo e da sua disponibilidade, as classes têm o objetivo de hierarquizar o atributo água no solo, o qual vai interagir com os dados de precipitação pluvial e temperatura do local de cada polígono do mapa de solos e gerar uma modelagem espacial e temporal do balanço hídrico.

Pela comparação dos dados das Tabelas 1 e 2, é possível reparar que mesmo solos considerados de boa retenção de água, como Latossolos e Nitossolos com caráter férrico, o horizonte superficial não necessariamente apresenta bons índices de economia de água, espelhando um uso agrícola intensivo de décadas, que gerou nas terras da região uma condição de horizonte superficial muito duro e compactado, com valores baixos de capacidade de água disponível no solo. A economia de água dos perfis de solo tende a se normalizar para os horizontes mais profundos, isolados do efeito do manejo do solo agrícola.

Tabela 1. Capacidade de água disponível para diferentes intervalos de profundidade de perfis de solo amostrados nos municípios da Bacia do Paraná 3 (BP3) e Palotina.

Ordem	Subordem	Grande grupo	Subgrupo	Grupamento textural	Teor de argila do horizonte diagnóstico dag kg ⁻¹	Disponibilidade de água no solo para diferentes intervalos de profundidade			
						0 - 0,2 m	0 - 0,5 m	0 - 1 m	0 - 2 m
					 mm			
Argissolo	Vermelho	Distrófico	Arênico	Média	14	7	20	45	102
Latossolo	Vermelho	Distrófico	Argissólico	Média	28	10	27	55	113
Latossolo	Vermelho	Distrófico	Típico	Argilosa	49	8	28	69	150
Latossolo	Vermelho	Distroférico	Típico	Muito argilosa	83	9	43	100	214
Nitossolo	Vermelho	Distroférico	Típico	Muito argilosa	81	12	33	68	139
Neossolo	Regolítico	Eutrófico	Léptico	Média	30	4	6	9	9
Latossolo	Vermelho	Distroférico	Típico	Muito argilosa	88	14	27	66	142
Neossolo	Regolítico	Eutrófico	Léptico	Média	34	2	3	4	4
Argissolo	Vermelho	Distrófico	Espessarênico	Arenosa/média	17	2	8	22	51
Latossolo	Vermelho	Acriférico	Típico	Muito argilosa	79	24	53	102	202
Chernossolo	Argilúvico	Férrico	Típico	Argilosa	42	17	40	71	111
Neossolo	Litólico	Chernossólico	Fragmentário	Média	29	13	17	20	20
Nitossolo	Vermelho	Distroférico	Típico	Muito argilosa	80	28	54	94	174

Tabela 2. Valores de água disponível (mm) das classes de capacidade de água disponível dos perfis de solo para diferentes intervalos de profundidade.

Classe de capacidade de água disponível	Profundidade do solo			
	0 - 0,2 m	0 - 0,5 m	0 - 1 m	0 - 2 m
..... mm				
Muito baixa	< 4,5	< 7,5	< 21,5	< 25,5
Baixa	≥4,5 e <10,5	≥7,5 e <22,5	≥21,5 e <54,5	≥25,5 e <100,5
Moderada	≥10,5 e <16,5	≥22,5 e <32,5	≥54,5 e <65,5	≥100,5 e <135,5
Suficiente	≥16,5 e <23,5	≥32,5 e <46,5	≥65,5 e <90,5	≥135,5 e <172,5
Ideal	≥23,5	≥46,5	≥90,5	≥172,5

Resultados

As rochas eruptivas e o arenito Caiuá são responsáveis pela formação dos solos da região. Na maior parte da área de estudo o retrabalhamento do basalto é o material de origem dos solos. Já na sua frente norte se inicia a influência do arenito Caiuá, quando o material de origem dos solos é uma mescla entre basalto e arenito. No limite norte da área aparecem os solos desenvolvidos isoladamente do arenito Caiuá. Na descrição das classes de solo procurou-se apresentar, além das definições constantes em Santos et al. (2018), as características locais que definem o universo dos solos estudados em relação ao global da classe.

Legenda do mapeamento de solos e quantitativos de área

As unidades de mapeamento e seus componentes estão faseadas na Tabela 3. A Tabela 4 informa as classes de capacidade de água disponível de cada componente de todas as unidades de mapeamento, a partir da prospecção de perfis de solo representativos desses componentes. A Tabela 5 destaca as principais inclusões de cada unidade de mapeamento e a Tabela 6 apresenta os quantitativos de extensão e distribuição percentual das unidades de mapeamento.

Tabela 3. Legenda de identificação das unidades de mapeamento de solos dos municípios da Bacia do Paraná 3 e Palotina.

Unidade de mapeamento	Ordem	Sub-ordem	Grande grupo	Subgrupo	Horizonte A	Textura	Relevo	Vegetação ⁽¹⁾	Drenagem	Substrato	% do componente na unidade
PVd	Argissolo	Vermelho	Distrófico	típico	moderado	arenosa/média	suave ondulado-ondulado	ftsp	bem	arenito	100
PVe1	Argissolo	Vermelho	Eutrófico	típico	moderado	arenosa/média	suave ondulado	ftsp	bem	arenito	100
PVe2	Argissolo	Vermelho	Eutrófico	abruptico	moderado	arenosa/média	ondulado	ftsp	bem-moderadamente	arenito	100
GX1	Gleissolo	Háplico	-	-	-	argilosa	plano	cv/ftpv	mal-muito mal	sedimentos	100
GX2	Gleissolo	Háplico	-	-	-	-	plano	cv	mal-muito mal	sedimentos	60
	Argissolo	Vermelho	Eutrófico	típico	moderado	média/argilosa	plano suave-ondulado	ftp	bem-moderadamente	sedimentos	40
LVdf1	Latossolo	Vermelho	Distroférrico	típico	proeminente	muito argilosa	suave ondulado	fstp	fortemente-bem	basalto	100
LVdf2	Latossolo	Vermelho	Distroférrico	típico	proeminente	muito argilosa	ondulado	fstp	fortemente-bem	basalto	100
LVdf3	Latossolo	Vermelho	Distroférrico	típico	moderado	muito argilosa	suave ondulado	ftp-fstp	fortemente-bem	basalto	100
LVdf4	Latossolo	Vermelho	Distroférrico	típico	moderado	muito argilosa	suave ondulado	fstp	fortemente-bem	basalto	60
	Nitossolo	Vermelho	Distroférrico	típico	moderado	muito argilosa	ondulado	fstp	bem-moderadamente	basalto	40
LVdf5	Latossolo	Vermelho	Distroférrico	típico	moderado	muito argilosa	ondulado	fstp	fortemente-bem	basalto	100
LVd	Latossolo	Vermelho	Distrófico	típico	moderado	média	suave ondulado	fstsp	fortemente-bem	arenito	100
LVef1	Latossolo	Vermelho	Eutroférrico	típico	moderado	muito argilosa	suave ondulado	ftp	fortemente-bem	basalto	100
LVf2	Latossolo	Vermelho	Eutroférrico	típico	moderado	muito argilosa	suave ondulado	ftp	fortemente-bem	basalto	60
	Nitossolo	Vermelho	Eutroférrico	típico	moderado	muito argilosa	suave ondulado-ondulado	ftp	bem-moderadamente	basalto	40
LVe1	Latossolo	Vermelho	Eutrófico	típico	moderado	argilosa	suave ondulado	ftsp	fortemente-bem	arenito-basalto	100
LVe2	Latossolo	Vermelho	Eutrófico	típico	moderado	média	suave ondulado	ftsp	fortemente-bem	arenito	100
RRe	Neossolo	Regolítico	Eutrófico	leptofragmentário-léptico-típico	chernozêmico	argilosa pedregosa	forte ondulado-montanhoso	ftp-ftsp-fstp-ftsp	bem-moderadamente	basalto	40
	Neossolo	Litólico	Chernossólico	fragmentário-típico	chernozêmico	argilosa pedregosa	forte ondulado	ftp-ftsp-fstp-ftsp	bem-moderadamente	basalto	40
	Nitossolo	Vermelho	Eutroférrico	chernossólico	chernozêmico	muito argilosa	forte ondulado-ondulado	fstp	bem-moderadamente	basalto	20
NBef	Nitossolo	Bruno	Eutroférrico	chernossólico	chernozêmico	muito argilosa	ondulado- forte ondulado	fstp	bem-moderadamente	basalto	100

Continua...

Tabela 3. Continuação...

Unidade de mapeamento	Ordem	Sub-ordem	Grande grupo	Subgrupo	Horizonte A	Textura	Relevo	Vegetação ⁽¹⁾	Drenagem	Substrato	% do componente na unidade
NVdf1	Nitossolo	Vermelho	Distroférico	típico	proeminente	muito argilosa	ondulado	fstp	bem-moderadamente	basalto	100
NVdf2	Nitossolo	Vermelho	Distroférico	típico	proeminente	muito argilosa	ondulado	fstp	bem-moderadamente	basalto	60
	Latossolo	Vermelho	Distroférico	típico	proeminente	muito argilosa	suave ondulado	fstp	bem	basalto	40
NVdf3	Nitossolo	Vermelho	Distroférico	típico	moderado	muito argilosa	suave ondulado-ondulado	fstp	bem-moderadamente	basalto	100
NVef1	Nitossolo	Vermelho	Eutroférico	latossólico	moderado	muito argilosa	suave ondulado	ftp	bem	basalto	100
NVef2	Nitossolo	Vermelho	Eutroférico	chernossólico	chernozêmico	muito argilosa	ondulado	fstp	bem-moderadamente	basalto	100
NVef3	Nitossolo	Vermelho	Eutroférico	típico	moderado	muito argilosa	suave ondulado-ondulado	ftsp	bem-moderadamente	basalto	100
NVef4	Nitossolo	Vermelho	Eutroférico	típico	moderado	muito argilosa	ondulado	ftp-fstp	bem-moderadamente	basalto	100
NVef5	Nitossolo	Vermelho	Eutroférico	típico	moderado	muito argilosa	ondulado	ftp	bem-moderadamente	basalto	60
	Gleissolo	Háplico	-	-	-	argilosa	plano	ftpv	mal-muito mal	sedimentos	40
NVef6	Nitossolo	Vermelho	Eutroférico	chernossólico	chernozêmico	muito argilosa	ondulado- forte ondulado	fstp	bem-moderadamente	basalto	100
OX	Organossolo	Háplico	-	-	hístico	-	plano-suave ondulado	cv	mal-muito mal	sedimentos orgânicos	100

⁽¹⁾Vegetação: cv = campo de várzea, ftp = floresta tropical perenifólia, ftpv = floresta tropical perenifólia de várzea, ftsp = floresta tropical subperenifólia, fsp = floresta subtropical perenifólia, fstsp = floresta subtropical subperenifólia.

Tabela 4. Classes de capacidade de água disponível para diferentes intervalos de profundidade do solo nos componentes das unidades de mapeamento de solos dos municípios da Bacia do Paraná 3 (BP3) e Palotina.

Unidade de mapeamento	Componente ⁽¹⁾	Classe de capacidade de água disponível			
		0 - 0.2 m	0 - 0.5 m	0 - 1 m	0 - 2 m
PVd	PVd	Muito baixa	Baixa	Baixa	Moderada
PVe1	PVe	Muito baixa	Baixa	Baixa	Moderada
PVe2	PVe	Baixa	Baixa	Baixa	Moderada
GX1	GX ⁽²⁾	-	-	-	-
GX2	GX ⁽²⁾	-	-	-	-
	PVe	Baixa	Moderada	Moderada	Suficiente
LVdf1	LVdf	Moderada	Moderada-Suficiente	Suficiente	Suficiente-Ideal
LVdf2	LVdf	Moderada	Moderada-Suficiente	Suficiente	Suficiente-Ideal
LVdf3	LVdf	Moderada	Moderada-Suficiente	Suficiente	Suficiente-Ideal
LVdf4	LVdf	Moderada	Moderada-Suficiente	Suficiente	Suficiente-Ideal
	NVdf	Suficiente	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal
LVdf5	LVdf	Moderada	Moderada-Suficiente	Suficiente	Suficiente-Ideal
LVd	LVd	Baixa	Moderada	Moderada	Moderada
LVEf1	LVEf	Moderada	Moderada-Suficiente	Suficiente	Suficiente-Ideal
LVEf2	LVEf	Moderada	Moderada-Suficiente	Suficiente	Suficiente-Ideal
	NVEf	Suficiente	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal
LVE1	LVE	Baixa	Moderada	Moderada	Suficiente
LVE2	LVE	Baixa	Moderada	Moderada	Moderada
RRe	RRe	Baixa	Baixa-Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa
	RLm	Baixa	Baixa-Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa
	NVEf	Suficiente	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal
NVdf1	NVdf	Suficiente	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal
NVdf2	NVdf	Suficiente	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal
	LVdf	Moderada	Moderada-Suficiente	Suficiente	Suficiente-Ideal
NVdf3	NVdf	Suficiente	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal
NVEf1	NVEf	Suficiente	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal
NVEf2	NVEf	Suficiente	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal
NVEf3	NVEf	Suficiente	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal
NVEf4	NVEf	Suficiente	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal
NVEf5	NVEf	Suficiente	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal
	GX ⁽²⁾	-	-	-	-
NVEf6	NVEf	Suficiente	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal	Suficiente-Ideal
OX	OX ⁽²⁾	-	-	-	-

⁽¹⁾ Símbolo das classes de solo – Ordem e Subordem (letras maiúsculas): PV = Argissolo Vermelho, GX = Gleissolo Háptico, LV = Latossolo Vermelho, RR = Neossolo Regolítico, RL = Neossolo Litólico, NV = Nitossolo Vermelho, OX = Organossolo Háptico. Grande Grupo (letras minúsculas): d = Distrófico, e = Eutrófico, df = Distroférico, ef = Eutroférico, m = Chernossólico.

⁽²⁾ Solos com hidromorfismo não foram qualificados quanto à capacidade de água disponível, considerando que seu regime de umidade independe desse atributo.

Tabela 5. Principais inclusões das unidades de mapeamento de solos dos municípios da Bacia do Paraná 3 (BP3) e Palotina.

Unidade de mapeamento	Principal inclusão ⁽¹⁾
PVd	PVd arênico, PVd abruptico, PVA _d
PVe1	PVe arênico, PVe abruptico, PVA _e
PVe2	PVe arênico, PVe típico, PVA _e
GX1	OX, CY _{be} , RY
GX2	RY, CY _{be}
LVdf1	LVdf nitossólico, LVe _f nitossólico, NVe _f , NVdf, CXbdf, RR _d , RL _d
LVdf2	LVdf nitossólico, LVe _f nitossólico, NVe _f , NVdf
LVdf3	LVdf nitossólico, LVe, NVdf, NVe _f , CXbdf, MX, MT, RR _d , RRe
LVdf4	MX, MT, RRe, RLe
LVdf5	NVdf, MX, MT, RRe
LVd	LVd argissólico, LVe
LVe1	LVe textura argilosa, NVe _f , MX, MT, RRe
LVe2	LVdf, MX, MT, RRe, RLe
LVe1	LVe textura média, LVd textura argilosa ou média, PVd textura média/argilosa
LVe2	LVe argissólico, LVe textura argilosa, LVd, PVd
RRe	LVdf, LVe _f nitossólico, CX _{ve} , MX, MT, afloramento rochoso
NVdf1	NVe _f , LVdf, CXbdf, RRe
NVdf2	NVe _f , CXbdf, RRe, RLe
NVdf3	NVe _f , LVdf, RR, RL
NVe _f 1	LVe _f , RRe, RLe, GX
NVe _f 2	NVe _f típico, LVe _f , RRe, RLe
NVe _f 3	LVe _f , MX, MT, RRe, RLe
NVe _f 4	LVe _f , LVdf, MX, MT, RRe, RLe, GX
NVe _f 5	LVe _f , RRe, RLe
NVe _f 6	LVe _f , CXbdf, RRe
OX	-

⁽¹⁾ Símbolo das classes de solo – Ordem e Subordem (letras maiúsculas): PV = Argissolo Vermelho, PVA = Argissolo Vermelho-Amarelo, CY = Cambissolo Flúvico, CX = Cambissolo Háptico, MT = Chernossolo Argilúvico, MX = Chernossolo Háptico, GX = Gleissolo Háptico, LV = Latossolo Vermelho, RY = Neossolo Flúvico, RR = Neossolo Regolítico, RL = Neossolo Litólico, NV = Nitossolo Vermelho, OX = Organossolo Háptico. Grande Grupo (letras minúsculas): d = Distrófico, e = Eutrófico, df = Distroférico, ef = Eutroférico, bdf = Tb Distroférico, bef = Tb Eutroférico, ve = Ta Eutrófico, be = Tb Eutrófico.

Tabela 6, Quantitativos das unidades de mapeamento de solos dos municípios que formam a Bacia do Paraná 3 (BP3), mais o município de Palotina (descrição completa da legenda na Tabela 3).

Unidade de mapeamento	Tipo de unidade de mapeamento ⁽¹⁾	Área	
		km ²	% do total
PVd	Simples	15,4	0,1
PVe1	Simples	99,4	0,7
PVe2	Simples	48,5	0,3
GX1	Simples	103,9	0,7
GX2	Associação (2)	5,9	0,0
LVdf1	Simples	308,7	2,1
LVdf2	Simples	174,9	1,2
LVdf3	Simples	2.060,2	14,0
LVdf4	Associação (2)	65,8	0,4
LVdf5	Simples	651,6	4,4
LVd	Simples	76,3	0,5
LVef1	Simples	2.464,8	16,8
LVef2	Associação (2)	270,2	1,8
LVe1	Simples	30,9	0,2
LVe2	Simples	220,2	1,5
RRe	Associação (3)	1.578,1	10,7
NVdf1	Simples	64,6	0,4
NVdf2	Associação (2)	27,9	0,2
NVdf3	Simples	28,9	0,2
NVef1	Simples	260,6	1,8
NVef2	Simples	27,5	0,2
NVef3	Simples	15,6	0,1
NVef4	Simples	3.227,4	22,0
NVef5	Associação (2)	29,3	0,2
NVef6	Simples	23,5	0,2
OX	Simples	9,8	0,1
Áreas de conservação oficiais		1.462,8	10,0
Terras indígenas		25,4	0,2
Espelhos d'água	-	756,2	5,1
Área urbana	-	562,6	3,8
	Total	14.696,85	100

⁽¹⁾ O número que aparece entre parênteses nas unidades de mapeamento de solos formada por associações de solos, corresponde ao número de componentes de cada associação.

Classes de solo

Argissolo Vermelho

Argissolo – solo constituído por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou alta, sendo que a argila de atividade alta deve estar conjugada com saturação por bases baixa, podendo apresentar caráter aluminico. Essas características devem predominar no total do horizonte B, ainda aliadas aos seguintes requisitos: i) Horizonte plíntico, se presente, não satisfaz aos requisitos para Plintossolo; e ii) Horizonte glei, se presente, não satisfaz aos requisitos para Gleissolo.

Argissolo Vermelho (PV) – solo com matiz 2,5YR ou mais vermelho ou com matiz 5YR e valores e cromas iguais ou menores que 4 na maior parte dos primeiros 100 cm de horizonte B (inclusive BA).

Argissolo Vermelho Distrófico (PVd) – solo com saturação por bases baixa (<50%) e teores de Fe_2O_3 (pelo H_2SO_4) < 18 dag kg^{-1} na maior parte dos primeiros 100 cm de horizonte B (inclusive BA).

Argissolo Vermelho Eutrófico (PVe) – solo com saturação por bases alta ($\geq 50\%$) e teores de Fe_2O_3 (pelo H_2SO_4) < 18 dag kg^{-1} na maior parte dos primeiros 100 cm de horizonte B (inclusive BA).

Os PVs totalizam 163,2 km² ou 1,1% da área de estudo e sua distribuição pode ser observada na Figura 1. A Tabela 7 apresenta as principais características dos PVs da região. O material de origem (arenito) define a textura arenosa/média destes volumes (Tabela 8), não sendo incomum a ocorrência de caráter arênico e mesmo espessarênico. A Figura 2 apresenta perfil e paisagem de um PV no município de Guaíra, PR. Além dos PVs em elevações sob influência do arenito, ocorrem PVs Eutróficos típicos textura média/argilosa associados aos Gleissolos, como segundo componente da unidade de mapeamento GX2 (relevo plano e material de origem de sedimentos retrabalhados).

Municípios formadores da Bacia do Paraná 3 e Palotina:
estudos de clima, solos e aptidão das terras para o cultivo do eucalipto

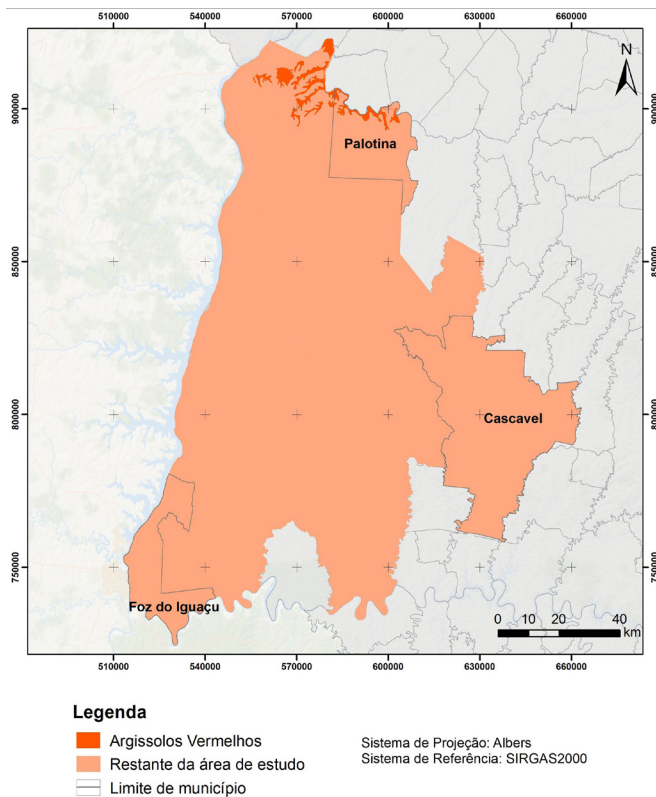


Figura 1. Mapa da área de estudo realçando as unidades de mapeamento de solos que apresentam como primeiro componente Argissolos Vermelhos.

Tabela 7. Características gerais dos Argissolos Vermelhos e de suas paisagens nos municípios da Bacia do Paraná 3 e Palotina.

Característica ou atributo	Descrição
Relevo	Suave ondulado, ondulado
Cronologia e litologia	Mesozóico, arenito Caiuá
Drenagem	Bem a acentuadamente drenado
Vegetação primária	Floresta tropical subperenifólia
Uso atual	Pastagens, lavouras em plantio direto de milho e soja em sucessão
Classe de 4º nível	Típico, abrupto, arênico
Tipo de horizonte A	Moderado
Textura	Arenosa/média
Cores do horizonte Bt	Bruno-avermelhado, vermelho, bruno-avermelhado-escuro e vermelho-escuro (2,5YR com valores de 3 a 4 e cromas de 4 a 6)
Estrutura dos horizontes	Horizonte A - fraca granular e grãos simples; horizonte Bt - fraca a moderada média bloco subangular
Consistência seca	Macia
Consistência úmida	Friável
Consistência molhada	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa

Tabela 8. Algumas características de materiais de solo de diferentes horizontes de dois Argissolos Vermelhos, municípios da Bacia do Paraná 3 e Palotina.

Atributo	Unidade	Argissolo Vermelho Distrófico			
		Arênico		Espessarênico ⁽¹⁾	
Horizonte		Ap	Bt	Ap/AB	AB3
Profundidade	cm	0 - 20	80 - 100	0 - 10	60 - 140
Areia	dag kg ⁻¹	86	80	89	85
Silte	dag kg ⁻¹	6	6	4	10
Argila	dag kg ⁻¹	8	14	7	14
P assimilável	mg dm ⁻³	1,6	0,68	12,8	1,74
C orgânico	dag dm ⁻³	0,75	0,08	0,35	0,09
pH	-	5,8	5,4	5,6	4,8
Al	cmol _c dm ⁻³	0,09	0,3	0,17	0,8
H+Al	cmol _c dm ⁻³	1,89	1,3	1,94	1,9
Ca	cmol _c dm ⁻³	0,97	0,6	0,67	0,1
Mg	cmol _c dm ⁻³	0,32	0,1	0,26	0,1
K	cmol _c dm ⁻³	0,17	0,06	0,06	0,04
Soma de bases trocáveis	cmol _c dm ⁻³	1,46	0,8	0,99	0,3
Capacidade de troca catiônica	cmol _c dm ⁻³	3,35	2,2	2,93	2,2
Saturação por bases	%	44	39	34	13
Saturação por Al	%	6	24	15	74

⁽¹⁾ Perfil soterrado por material arenoquartzoso devido a rompimento de terraço à montante, por isso horizonte Bt não foi alcançado até 140 cm.



Figura 2. Perfil e paisagem de Argissolo Vermelho Distrófico arênico, A moderado, textura arenosa/média, relevo ondulado de terço inferior de encosta com 16% de declividade. Uso atual: milho e pastagem. Guaira, PR.

Distribuição dos solos na paisagem

As áreas de PVs ocorrem no limite norte da área de estudo, quando a influência do arenito Caiuá passa a dominar a paisagem e torna a presença desses solos comum.

Os PVs podem ocupar topos arredondados, encostas de elevações de relevo ondulado e, para outros tipos de elevações, tendem a acompanhar as partes baixas da paisagem, em relevo suave ondulado.

Na unidade de mapeamento GX2, Argissolos desenvolvidos em sedimentos retrabalhados ocorrem como segundo membro da associação, ocupando as partes mais elevadas da paisagem em relevo plano.

Potencial de uso agrícola

Apresentam problemas de suscetibilidade à erosão, decorrentes da sinergia entre as pendentes onduladas à suave onduladas e a textura superficial arenosa. Áreas sob uso agrícola podem apresentar forte presença de erosão, com a presença de muitos sulcos de erosão. É essencial a utilização do melhoramento da suscetibilidade à erosão com a construção de terraços. Cadeias produtivas baseadas em cultivos perenes aumentam a sustentabilidade dessas terras, ao diminuírem os riscos com problemas de erosão.

Nos sistemas pastoris deve-se ter cuidado com a manutenção das pastagens, a densidade de ocupação das terras com animais e com as práticas de conservação de solos.

A fertilidade natural também é muito baixa, mesmo quando a saturação de bases é alta. A boa distribuição de chuvas da região eleva a perspectiva de resposta ao melhoramento da fertilidade pelo uso de adubação nesses solos arenosos, que apresentam significativa perda vertical (lixiviação) de nutrientes (Carmo et al., 1990).

Gleissolo Háptico

Gleissolo – Solo constituído por material mineral com horizonte glei iniciando-se dentro dos primeiros 50 cm da superfície do solo ou entre 50 cm e 150 cm de profundidade, desde que imediatamente abaixo do horizonte A ou E, ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos. Não apresentam horizonte vértico ou horizonte B plânico acima ou coincidente com horizonte glei, tampouco qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei, ou textura exclusivamente areia ou areia franca em todos os horizontes até a profundidade de 150 cm, a partir da superfície do solo ou até um contato lítico. Horizonte plíntico, se presente, deve estar a profundidade superior a 200 cm da superfície do solo.

Gleissolo Háptico (GX) – solos que não se enquadram em outras subordens de Gleissolo, ou seja: não apresentam horizonte sulfúrico nem materiais sulfídricos dentro de 100 cm da superfície; não apresentam caráter sálico em um ou mais horizontes dentro de 100 cm da superfície; e apresentam A moderado (não apresentam horizonte hístico, A húmico, A proeminente ou A chernozêmico).

Parte da área dos Gleissolos sofreu redução após a construção da barragem de Itaipu. Atualmente, eles ocupam 109,8 km² ou 0,7 % da área de estudo. A maior parte das manchas está concentrada nas margens do rio Paraná e em baixadas mapeáveis da porção norte da área de estudo, mais precisamente em terras dos municípios de Terra Roxa e Palotina (Figura 3).

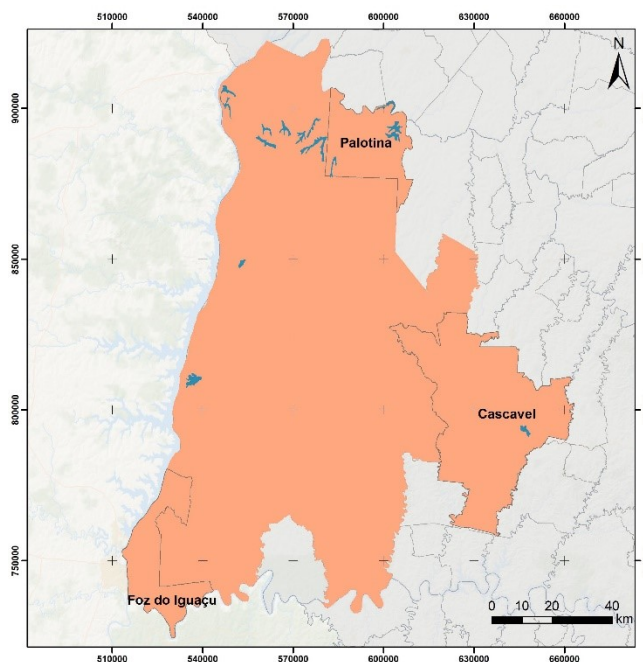


Figura 3. Mapa da área de estudo realçando as unidades de mapeamento de solos que apresentam como primeiro componente Gleissolos Háplicos.

Legenda

- Gleissolos Háplicos
- Restante da área de estudo
- Limite de município

Sistema de Projeção: Albers
Sistema de Referência: SIRGAS2000

A Tabela 9 apresenta as características dos GXs locais. Pelas limitações impostas pela legislação ambiental, pela forte a muito forte deficiência de oxigênio (excesso de água) e pela função na regulação hídrica da paisagem, áreas de solos hidromórficos são de uso restrito.

Tabela 9. Características gerais dos Gleissolos Háplicos e de suas paisagens nos municípios da Bacia do Paraná 3 e Palotina.

Característica ou atributo	Descrição
Relevo	Plano
Cronologia e litologia	Quaternário, sedimentos fluviais com forte contribuição de sedimentos argilosos dos solos das elevações
Drenagem	mal e muito mal drenado
Vegetação primária	campo de várzea e floresta tropical perenifólia de várzea
Uso atual (predominante)	pastagens, pousio, regeneração e fragmentos de vegetação primária (ausência de corte raso)
Tipo de horizonte superficial	A moderado (predominante)
Textura	argilosa (predominante)

Distribuição dos solos na paisagem

Estão distribuídos de forma indistinta nas cotas mais baixas das planícies que exibem padrão de leito meandrante livre, com predominância de Gleissolos Háplicos.

Potencial de uso agrícola

Por estarem marcadamente associadas às áreas de preservação permanente fluviais em uma região com grande impacto da agricultura de grãos, espera-se que as várzeas sejam priorizadas para fins de preservação.

Latossolo Vermelho

Latossolo – solo constituído por material mineral, apresentando horizonte B latossólico precedido de qualquer tipo de horizonte A dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura.

Latossolo Vermelho (LV) – solo com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100 cm de horizonte B (inclusive BA).

Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf) – solo com saturação por bases baixa (<50%) e teores de Fe_2O_3 (pelo H_2SO_4) ≥ 18 e < 36 dag kg^{-1} , ambas as características na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) – solo com saturação por bases baixa (<50%) e teores de Fe_2O_3 (pelo H_2SO_4) < 18 dag kg^{-1} , ambas as características na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Latossolo Vermelho Eutroférico (LVef) – solo com saturação por bases alta ($\geq 50\%$) e teores de Fe_2O_3 (pelo H_2SO_4) ≥ 18 e < 36 dag kg^{-1} , ambas as características na maior parte dos primeiros 100 cm de horizonte B (inclusive BA).

Latossolo Vermelho Eutrófico (LVe) – solo com saturação por bases alta ($\geq 50\%$) e teores de Fe_2O_3 (pelo H_2SO_4) < 18 dag kg^{-1} , ambas as características na maior parte dos primeiros 100 cm de horizonte B (inclusive BA).

Os LVs são os solos predominantes na região, alcançando 6.323,7 km² ou 43,0 % da área de estudo (Figura 4). A Tabela 10 apresenta as principais características dos LVs. São desenvolvidos a partir de rochas eruptivas básicas e do arenito Caiuá ou da mistura de ambos. As Figuras 5 e 6 apresentam, respectivamente, perfis e paisagens de LVdf e LVd na região do estudo.

Para os LVs desenvolvidos de rochas eruptivas básicas, o material de origem define, além do caráter fêrrico, a textura muito argilosa, sendo observados valores do teor de argila entre 79 dag kg^{-1} e 86 dag kg^{-1} nas amostras do horizonte Bw (Tabela 11). Os LVs sem caráter fêrrico são mais variáveis em textura e dependem da maior ou menor influência do arenito Caiuá. A textura vai de arenosa a média no horizonte superficial (8 dag kg^{-1} a 30 dag kg^{-1} de teor de argila) e de média a argilosa no horizonte Bw subsuperficial (28 dag kg^{-1} a 49 dag kg^{-1} de teor de argila). É muito comum a presença de horizontes A degradados, com teores de C orgânico e bases depreciados pelos processos erosivos locais. Nas características químicas, ficam evidentes pelos valores médios as diferenças entre os LVs com e sem caráter fêrrico, sendo esse aspecto mais importante para o manejo da fertilidade que a saturação de bases ou por Al.

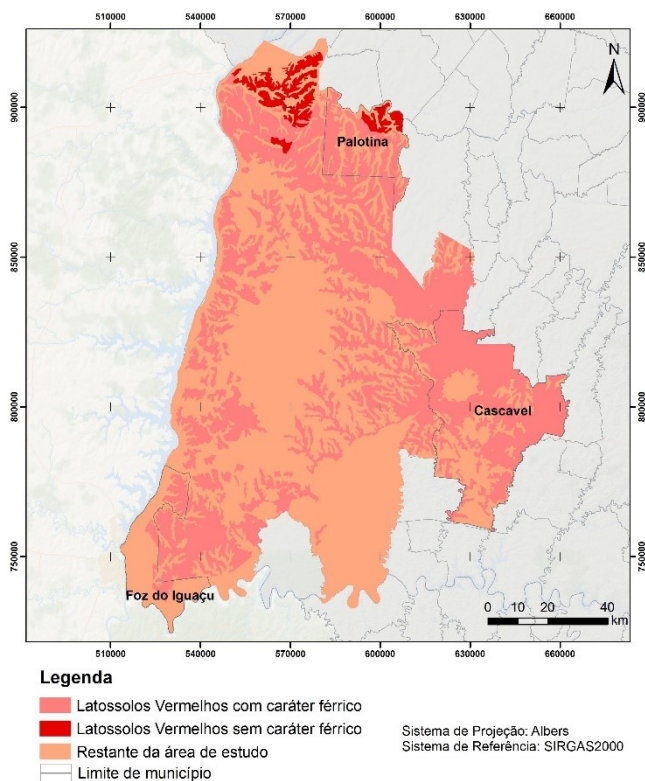


Figura 4. Mapa da área de estudo realçando as unidades de mapeamento de solos que apresentam como primeiro componente Latossolos Vermelhos.

Tabela 10. Características gerais dos Latossolos Vermelhos e de suas paisagens nos municípios da Bacia do Paraná 3 e Palotina.

Característica ou atributo	Descrição
Relevo	Suave ondulado, ondulado, plano
Cronologia e litologia	Mesozóico, rochas eruptivas básicas e arenito Caiuá
Drenagem	Fortemente a bem drenado
Vegetação primária	Floresta subtropical perenifólia, floresta tropical perenifólia, floresta subtropical subperenifólia, floresta tropical subperenifólia
Uso atual (predominante)	Plantio direto de milho e soja em sucessão
Classe de 3º nível	Distroférico, Distrófico, Eutroférico, Eutrófico
Classe de 4º nível	Típico
Tipo de horizonte A	Moderado, proeminente
Textura	Muito argilosa, argilosa, média
Cores do horizonte Bw	Vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/3 e 3/4), vermelho-escuro (2,5YR e 10R 3/6), bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4 e 10R)
Estrutura dos horizontes	Horizonte A - fraca à moderada pequena à média granular, grãos simples; horizonte Bw - fraca média bloco subangular, forte ultrapequena granular
Consistência seca	Macia a ligeiramente dura, podendo ficar dura a muito dura nos horizontes superficiais e no topo do horizonte B em função da compactação
Consistência úmida	Muito friável a friável
Consistência molhada	Ligeiramente a muito plástica e ligeiramente a muito pegajosa



Figura 5. Perfil e paisagem de Latossolo Vermelho Distroférico típico, A moderado, textura muito argilosa, relevo plano de topo de elevação com 1% de declividade. Uso atual: milho. Guaíra, PR.



Figura 6. Perfil e paisagem de Latossolo Vermelho Distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa, relevo plano de topo de elevação com declividade <1%. Uso atual: milho. Guaíra, PR.

Tabela 11. Valores médios de algumas características de materiais de solo de diferentes horizontes de Latossolos Vermelhos com caráter férrico (n = 6, todos Distroférricos) e sem caráter férrico (n = 5, todos Distrófic), municípios da Bacia do Paraná 3 e Palotina⁽¹⁾.

Atributo	Unidade	Latossolo Vermelho			
		Com caráter férrico		Sem caráter férrico	
Horizonte		A/Ap	Bw	A/Ap	Bw
Profundidade	cm	0 - 21	41 - 84	0 - 23	58 - 106
Areia	dag kg ⁻¹	8	4	73	58
Silte	dag kg ⁻¹	20	13	5	4
Argila	dag kg ⁻¹	72	83	22	38
P assimilável	mg dm ⁻³	15,3	1,12	6,49	1,62
C orgânico	dag dm ⁻³	2,70	0,83	0,66	0,26
pH	-	5,4	5,20	5,40	4,20
Al	cmol _c dm ⁻³	1,28	0,94	1,04	1,09
H+Al	cmol _c dm ⁻³	10,67	5,79	4,03	4,91
Ca	cmol _c dm ⁻³	3,87	1,39	1,12	1,08
Mg	cmol _c dm ⁻³	1,59	0,77	0,41	0,16
K	cmol _c dm ⁻³	0,35	0,06	0,10	0,03
Soma de bases trocáveis	cmol _c dm ⁻³	5,91	1,92	1,64	1,27
Capacidade de troca catiônica	cmol _c dm ⁻³	16,58	7,71	5,67	6,18
Saturação por bases	%	39	26	30	34
Saturação por Al	%	23	38	40	39

⁽¹⁾ Amostras oriundas de campanhas de campo e Embrapa (1984).

Nos LVs com caráter férrico, a fração argila apresenta elevados teores de óxidos de Fe (Tabela 12) que, de forma geral, se correlacionam com teores de gibbsita, e convivem também com elevados teores de caulinita (Ker, 1995; Gomes et al., 2004). Nesses Latossolos, a presença abundante de magnetita nas frações grosseiras e de maghemita nas frações finas impõe uma elevada atração magnética (Resende, 1976; Ker, 1995), o que pode ser facilmente observado pela atração do material do solo pulverizado e seco por um imã (Figura 7).

Tabela 12. Valores de óxidos e relações calculadas a partir de extrações pelo ataque sulfúrico da terra fina seca ao ar do horizonte Bw de Latossolos Vermelhos com caráter férrico, municípios da Bacia do Paraná 3 e Palotina⁽¹⁾.

Atributo	Unidade	Local do perfil			
		Cascavel	Toledo	Medianeira	
Profundidade	cm	45 - 130	85 - 130	55 - 100	30 - 52
SiO ₂	dag kg ⁻¹	10,5	12,2	27,9	27,7
Al ₂ O ₃	dag kg ⁻¹	28,2	24,7	28,2	26,6
Fe ₂ O ₃	dag kg ⁻¹	26,6	21,5	21,4	21,8
TiO ₂	mg dm ⁻³	3,80	3,50	2,30	2,90
P ₂ O ₅	dag dm ⁻³	0,15	-	0,11	0,12
Ki ⁽²⁾	-	0,63	0,84	1,68	1,77
Kr ⁽²⁾	-	0,39	0,54	1,13	1,16
Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	-	1,66	1,80	2,06	1,91

⁽¹⁾ Amostras oriundas de Embrapa (1984).

⁽²⁾ Ki = relação molecular SiO₂/Al₂O₃; Kr = relação molecular SiO₂/(Al₂O₃+Fe₂O₃).



Foto: Joao Bosco Vasconcellos Gomes

Figura 7. Atração magnética por imã de mão do material de solo com caráter férrico desenvolvido a partir de rocha eruptiva básica.

Distribuição dos solos na paisagem

Dominam a maior parte das elevações com grau de dissecação baixo a médio de vertentes longas e convexas. O relevo suave ondulado predomina, com parte dos topos em relevo plano e encostas onduladas em menor quantidade.

Potencial de uso agrícola

As unidades de mapeamento comandadas por Latossolos são as maiores responsáveis pela pujança agrícola da região e representam a maior fatia das terras com expressivo potencial para a agricultura de grãos. Declividades que permitem a mecanização total, desde o plantio até a colheita; sistema de produção privilegiando o não revolvimento do solo (plantio direto) que, aliado às técnicas de terraceamento, diminuem as taxas de erosão do solo em níveis seguros e também representam grande economia de água; um material de solo (textura e mineralogia) que permite boas taxas de infiltração e de retenção de água; todos esses aspectos do solo em conjunto aos do clima, com razoável para boa distribuição de chuvas, permitem no mínimo dois ciclos de cultivos anuais.

As terras dominadas pelos LVs sem caráter férrico e com textura argilosa (unidade de mapeamento LVe1) podem ser consideradas, no balanço de suas características, as que reúnem melhores condições para uma agricultura industrial na região. A capacidade de armazenar água é razoável e, em comparação com as terras dos LVs com caráter férrico, possuem uma textura da camada arável que facilita as intervenções de mecanização. Um grau abaixo, geralmente ficam os LVs sem caráter férrico de textura média, desenvolvidos sob maior influência do arenito Caiuá; eles tendem a sofrer mais com problemas de deficiência de água e suscetibilidade à erosão.

Os problemas com deficiência de fertilidade são fortes/muito fortes a moderados, mas o melhoramento da deficiência de fertilidade é prática incorporada pelos sistemas de produção locais.

Neossolo

Neossolo – solo pouco evoluído constituído por material mineral, ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Horizontes glei,

plúntico, vértico e A chernozêmico, quando presentes, não ocorrem em condição diagnóstica para as classes Gleissolo, Plintossolo, Vertissolo e Chernossolo, respectivamente.

Neossolo Litólico (RL) – solo com horizonte A ou hístico, assente diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro > 2 mm (cascalhos, calhaus e matações), que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50 cm da superfície do solo. Esses solos admitem um horizonte B no início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.

Neossolo Regolítico (RR) – solo com contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm e horizonte A sobrejacente a horizonte C ou Cr, admitindo horizonte Bi com menos de 10 cm de espessura. Apresenta um dos seguintes requisitos: a) 4% ou mais de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo) na fração areia total e, ou cascalho, porém referidos a 100 g de TFSA, em algum horizonte dentro de 150 cm da superfície do solo; e b) 5% ou mais do volume da massa do horizonte C ou Cr, dentro de 150 cm de profundidade, apresentando fragmentos de rocha semi-intemperizada, saprólito ou fragmentos formados por restos da estrutura orientada da rocha (pseudomorfos) que originou o solo.

Os Neossolos estão distribuídos por 1.578,1 km² ou 10,7 % da área de estudo (Figura 8). São essas paisagens de Neossolos as mais povoadas pelos pequenos produtores, cujo nível tecnológico se adapta mais às condições de relevo mais “dobrado” e solos mais rasos.

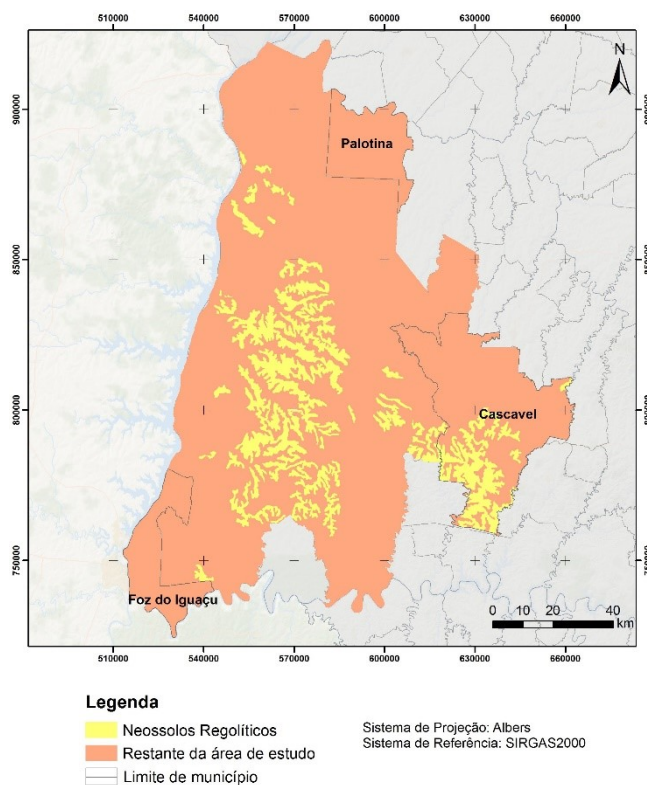


Figura 8. Mapa da área de estudo realçando as unidades de mapeamento de solos que apresentam como primeiro componente Neossolos Regolíticos.

Apenas uma unidade de mapeamento possui Neossolos, a unidade RRe, uma associação de RRs e RLs. As características dos RRs e RLs da região estão na Tabela 13. A presença de ambos ocorre em estreita associação na paisagem com corpos de afloramento de rochas, sendo que estes corpos não alcançam uma porcentagem de área suficiente (>20%) para serem componente da associação. Os horizontes superficiais dos RRs e RLs apresentam boa fertilidade natural (Tabela 14). Os materiais amostrados têm textura média, com teores elevados de silte, compensados por também elevados teores de matéria orgânica. A Figura 9 apresenta perfil e paisagem de RRe na região.

Tabela 13. Características gerais dos Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos e de suas paisagens nos municípios da Bacia do Paraná 3 e Palotina.

Característica ou atributo	Descrição
Relevo	Forte ondulado e montanhoso
Cronologia e litologia	Mesozóico, rochas eruptivas básicas
Drenagem	Bem a moderadamente drenado
Vegetação primária	Floresta subtropical perenifólia, floresta tropical perenifólia, floresta subtropical subperenifólia, floresta tropical subperenifólia
Uso atual (predominante)	Pastagens com baixo desenvolvimento de biomassa, pousio, regeneração e fragmentos de vegetação secundária
Classe de 3º nível	RL – Chernossólico, Eutrófico; RR – Eutrófico
Classe de 4º nível	RL – fragmentário, típico; RR – leptofragmentário, léptico, típico
Tipo de horizonte A	Chernozêmico, proeminente, moderado
Textura	Muito argilosa, argilosa, média, todas comumente cascalhentas e pedregosas
Cores do horizonte A	Vermelho-escuro a bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/2 e 3/3)
Estrutura do horizonte A	Moderada a fraca granular
Fases	Pedregosa, rochosa
Consistência úmida	Friável a firme
Consistência molhada	Plástica e pegajosa

Tabela 14. Valores de algumas características de materiais de solo do horizonte A de um Neossolo Litólico e dois Neossolos Regolíticos, municípios da Bacia do Paraná 3 e Palotina⁽¹⁾.

Atributo	Unidade	RL	RR	Ap/Cr
Horizonte		Ap	Ap	Ap/Cr
Profundidade	cm	0 - 23	0 - 20	0 - 12
Areia	dag kg ⁻¹	28	29	32
Silte	dag kg ⁻¹	42	41	34
Argila	dag kg ⁻¹	30	30	34
P assimilável	mg dm ⁻³	2,5	256,9	2,8
C orgânico	dag dm ⁻³	4,68	2,9	3,9
pH	-	7,2	7,1	5,3
Al	cmol _c dm ⁻³	0,0	0,03	0,05
H+Al	cmol _c dm ⁻³	1,70	1,54	5,05
Ca	cmol _c dm ⁻³	22,0	15,8	9,9
Mg	cmol _c dm ⁻³	2,9	4,8	3,1
K	cmol _c dm ⁻³	1,4	1,1	0,5
Soma de bases trocáveis	cmol _c dm ⁻³	26,39	21,75	13,49
Capacidade de troca catiônica	cmol _c dm ⁻³	28,09	23,29	18,54
Saturação por bases	%	94	93	73
Saturação por Al	%	0	0	0

⁽¹⁾ Amostras oriundas de campanhas de campo e Embrapa (1984).



Figura 9. Perfil e paisagem de Neossolo Regolítico Eutrófico típico, A chernozêmico, textura média cascalhenta, fase pedregosa, relevo forte ondulado de terço médio de encosta com 24% de declividade. Uso atual: pousio. Missal, PR.

Distribuição dos solos na paisagem

Na unidade de mapeamento RRe, os RRs e os RLs aparecem nas partes mais declivosas da associação, em relevo montanhoso a forte ondulado. O terceiro componente da associação, os NVs, ocorrem em relevo ondulado. É comum faixas rochosas nas partes de ocorrência dos RRs e RLs, também podendo ocorrer Chernossolos mais pontualmente. As elevações podem apresentar relevo patamarizado.

Potencial de uso agrícola

A presença de solos pouco desenvolvidos, rasos, em relevos de declive acentuado torna essas terras marginais ao uso agrícola. Em parte, os produtores já deixam essas áreas livres de sistemas produtivos que dependam da mecanização, devido à presença abundante de pedras e matacões, tanto em superfície como na massa do solo. Ainda é comum nestas áreas a presença de pastagens com uma baixa taxa de ocupação.

Os solos de maior potencial, os NVs, são utilizados de forma mais intensiva, incluindo culturas anuais. Pode-se considerar que o conjunto dos Neossolos (mais especificamente os RRs) possam suportar pequenas roças artesanais, possuindo para isso a vantagem de uma elevada reserva de nutrientes (ausência de deficiência de nutrientes). Isso ocorre principalmente nas partes de menor declividade dessas terras, o que facilita o manejo. Para esses mesmos agricultores, vislumbra-se maior sustentabilidade para sistemas que privilegiem espécies arbóreas, pelas já citadas dificuldades com desvios por impedimentos ao manejo/mechanização e, também, suscetibilidade à erosão.

Nitossolo

Nitossolo – solo constituído por material mineral, com 350 dag kg⁻¹ ou mais de argila, inclusive no horizonte A, que apresentam horizonte B nítrico abaixo do horizonte A. O horizonte B nítrico apresenta argila de atividade baixa ou atividade alta conjugada com caráter aluminico, ambos na maior parte dos primeiros 100 cm de horizonte B. Os Nitossolos praticamente não apresentam policromia no perfil e devem satisfazer certos critérios referentes a este aspecto (ver Santos et al., 2018).

Nitossolo Vermelho (NV) – solo com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100 cm de horizonte B (exclusive BA).

Nitossolo Vermelho Distroférico (NVdf) – solo com saturação por bases baixa (<50%) e teores de Fe₂O₃ (pelo H₂SO₄) ≥ 15 e < 36 dag kg⁻¹, ambos na maior parte dos primeiros 100 cm de horizonte B (inclusive BA).

Nitossolo Vermelho Eutrófico (NVef) – solo com saturação por bases alta (≥50%) e teores de Fe₂O₃ (pelo H₂SO₄) ≥ 15 e < 36 dag kg⁻¹, ambos na maior parte dos primeiros 100 cm de horizonte B (inclusive BA).

Os Nitossolos só perdem em extensão nas terras da BP3 e do município de Palotina para a ordem dos Latossolos, ficando distribuídos por 3.705,2 km², ou 25,2 % da área de estudo (Figuras 10 e 11). A Tabela 15 apresenta as principais características dos Nitossolos, todos com o caráter férrico que define o terceiro nível hierárquico (grande grupo) do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Se apresentam como distróficos e eutróficos (Tabela 16). Como para parte dos LVs, o material de origem (rochas eruptivas básicas) define, além do caráter férrico, conforme os teores de óxidos de ferro

(Tabela 17), a textura muito argilosa dos Nitossolos locais. Os comentários feitos para diferenciação de horizontes e atração magnética do material do solo nos LVs com caráter férrico servem aqui também para os Nitossolos com caráter férrico.

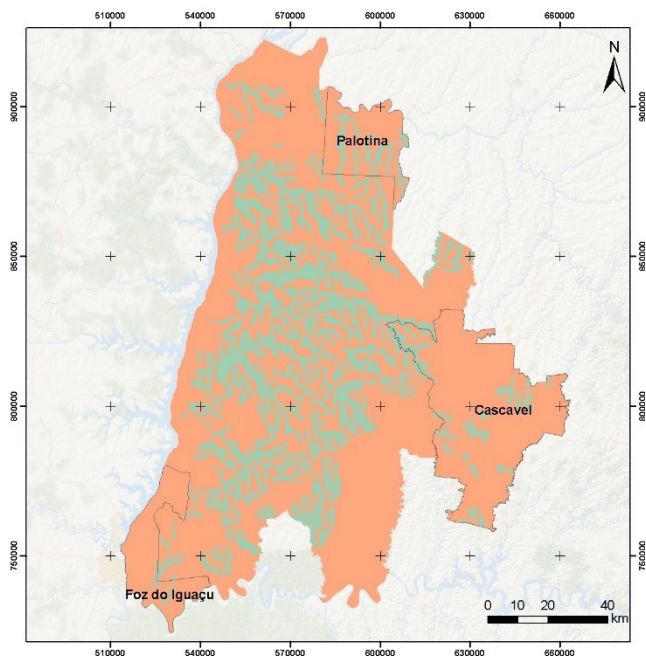


Figura 10. Mapa da área de estudo realçando as unidades de mapeamento de solos que apresentam como primeiro componente Nitossolos Vermelhos



Figura 11. Paisagem de Nitossolo Vermelho Eutroférico latossólico, A moderado, textura muito argilosa, relevo ondulado de terço médio de encosta com 11% de declividade. Uso atual: soja. Marechal Cândido Rondon, PR.



Tabela 15. Características gerais dos Nitossolos Vermelhos e de suas paisagens nos municípios da Bacia do Paraná 3 e Palotina.

Característica ou atributo	Descrição
Relevo	suave ondulado, ondulado, forte ondulado
Cronologia e litologia	Mesozóico, rochas eruptivas básicas
Drenagem	bem drenado, moderadamente drenado
Vegetação primária	floresta subtropical perenifólia, floresta tropical perenifólia, floresta tropical subperenifólia
Uso atual (predominante)	plântio direto de milho e soja em sucessão, pastagens
Classe de 2º nível	Vermelho
Classe de 3º nível	Distoférrico, Eutroférrico
Classe de 4º nível	típico, chernossólico, latossólico
Tipo de horizonte A	moderado, proeminente
Textura	muito argilosa
Cores do horizonte Bt	bruno-avermelhado-escuro e vermelho-escuro (2,5YR e 10R)
Estrutura dos horizontes	horizonte A - moderada à forte pequena à média granular; horizonte Bt - forte prismática (blocos angulares e subangulares)
Cerosidade	forte e abundante e moderada e comum em Nitossolos latossólicos
Consistência seca	ligeiramente dura a dura no horizonte Bt, podendo ficar muito dura nos horizontes superficiais e no topo do horizonte B em função da compactação
Consistência úmida	friável a firme
Consistência molhada	muito plástica e muito pegajosa

Tabela 16. Valores médios de algumas características de materiais de solo de diferentes horizontes de Nitossolos Vermelhos com caráter férrico, municípios da Bacia do Paraná 3 e Palotina⁽¹⁾.

Atributo	Unidade	Nitossolo Vermelho			
		Distoférrico (n = 2)		Eutroférrico (n = 7)	
Horizonte		A/Ap	Bt	A/Ap	Bt
Profundidade	cm	0 - 18	32 - 107	0 - 21	43 - 68
Areia	dag kg ⁻¹	8	4	15	10
Silte	dag kg ⁻¹	29	16	32	15
Argila	dag kg ⁻¹	63	80	53	75
P assimilável	mg dm ⁻³	24,23	1,07	2,37	1,32
C orgânico	dag dm ⁻³	2,35	0,76	1,67	0,72
pH	-	5,50	5,10	6,09	5,90
Al	cmol _c dm ⁻³	0,69	1,59	0,05	0,35
H+Al	cmol _c dm ⁻³	7,59	7,50	3,51	3,43
Ca	cmol _c dm ⁻³	5,46	1,64	8,95	5,37
Mg	cmol _c dm ⁻³	2,22	0,71	2,36	2,45
K	cmol _c dm ⁻³	0,42	0,05	0,52	0,28
Soma de bases trocáveis	cmol _c dm ⁻³	8,11	2,41	11,89	8,12
Capacidade de troca catiônica	cmol _c dm ⁻³	15,70	9,91	15,41	11,55
Saturação por bases	%	52	26	76	70
Saturação por Al	%	12	40	1	5

⁽¹⁾ Amostras oriundas de campanhas de campo e Embrapa (1984).

Tabela 17. Valores de óxidos e relações calculadas a partir de extrações pelo ataque sulfúrico da terra fina seca ao ar do horizonte B textural (Bt) de Nitossolos Vermelhos com caráter férrico, municípios da Bacia do Paraná 3 e Palotina⁽¹⁾.

Atributo	Unidade	Local do perfil					
		Foz do Iguaçu	Marechal Cândido Rondon	Medianeira		Cascavel	Salto do Lontra
Profundidade	cm	19 - 64	30 - 50	47 - 80	50 - 85	70 - 90	34 - 65
SiO ₂	dag kg ⁻¹	26,7	20,1	24,20	29,9	25,2	20,7
Al ₂ O ₃	dag kg ⁻¹	23,2	18,0	21,20	28,2	17,5	20,9
Fe ₂ O ₃	dag kg ⁻¹	20,1	25,3	26,60	20,4	26,1	18,6
TiO ₂	mg dm ⁻³	2,41	-	3,74	1,99	3,76	3,48
P ₂ O ₅	dag dm ⁻³	-	0,16	0,22	0,16	-	-
Ki ⁽²⁾	-	1,95	1,89	1,94	1,80	2,44	1,68
Kr ⁽²⁾	-	1,26	1,00	1,08	1,23	1,25	1,07
Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	-	1,81	1,11	1,25	2,17	1,05	1,76

⁽¹⁾ Amostras oriundas de Embrapa (1984).

⁽²⁾ Ki = relação molecular SiO₂/Al₂O₃; Kr = relação molecular SiO₂/(Al₂O₃+Fe₂O₃).

Os Nitossolos componentes de unidades de mapeamento associados às paisagens de eruptivas da região são de coloração vermelha. Os Nitossolos Brunos podem ocorrer como inclusão apenas na unidade de mapeamento Nvef6, em altitudes por volta de 800-850 m, do município de Cascavel, quando começam a aparecer as características de clima úmido e ameno que favorecem o aparecimento dessa classe de solo na região serrana do Sul do Brasil (Oliveira et al., 1992).

A espessura do solum dos Nitossolos é variável, raramente inferior a 100 cm e muito comumente inferior a 200 cm. São mais estreitos quando intermediários para Cambissolos e Chernossolos (ou Luvisolos) e mais profundos quando intermediários para Latossolos, o que é comum na região. Esses intervalos de espessura e de grau de desenvolvimento dos Nitossolos estão associados à posição de paisagem e ao tipo de elevação e também se refletem na atividade da argila, que varia de baixa à média. Assim, a mineralogia da fração argila dos Nitossolos, embora com muitas semelhanças aos Latossolos com caráter férrico (grande quantidade de materiais oxídicos e caulinita e presenças de gibbsita e vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas) (Congresso..., 2001), para certas situações, deve apresentar materiais com maior atividade (argilas 2:1), mesmo que em quantidades pouco expressivas. Na área de estudo predominam Nitossolos do grande grupo (terceiro nível hierárquico) Eutroférrico (4.034,4 km² de terras como primeiro componente), ficando os Distrotroférricos com 121,3 km² (Tabela 6).

Distribuição dos solos na paisagem

Os NVs ocorrem em várias partes da região, desde altitudes de 200 m, no sudoeste da região, em paisagens com fundos de vale em “V”, até altitudes de de 850 m a 950 m, em relevo ondulado a forte ondulado de elevações de topos levemente arredondados, vertentes médias a curtas no município de Cascavel.

Potencial de uso agrícola

Depois dos Latossolos, são os solos de maior potencial para a agricultura de grãos na região. O manejo do solo, principalmente associado ao tráfego de máquinas, exige planejamento mais apurado, por razões intrínsecas do solo (estrutura em blocos com maior grau de desenvolvimento, o que incorre

necessariamente em menor velocidade de infiltração de água relativamente aos Latossolos) e por dominarem elevações com vertentes médias, mais curtas que as dos Latossolos (Bognola et al., 2011; Curcio et al., 2011; Gomes et al., 2011).

Os problemas com suscetibilidade à erosão são predominantemente moderados, podendo chegar ao grau forte, quando se juntam o relevo ondulado para forte ondulado, a grande quantidade do tráfego de máquinas de dois cultivos anuais e o poder erosivo das chuvas em toda a região, sendo essencial o uso de terraços, por vezes de base estreita ou mesmo terraços de base invertida.

A fertilidade dos Nitossolos é maior que a dos Latossolos (com e sem caráter férrico), refletindo maiores valores absolutos de bases trocáveis e de capacidade de troca catiônica.

Organossolo Háplico

Organossolo – solo constituído por material orgânico e que apresenta horizonte hístico, satisfazendo critérios detalhados por Santos et al. (2018).

Organossolo Háplico (OX) – Organossolos sem horizonte sulfúrico ou materiais sulfídricos dentro de 100 cm da superfície do solo e que estão saturados com água por mais de 30 dias consecutivos, por ano, durante o período chuvoso.

Aparecem apenas em uma unidade de mapeamento (OX), composta por apenas um polígono ao norte da área, possuindo muito baixa extensão territorial (9,8 km²) e, conseqüentemente, pouca importância na área de estudo (Figura 12).

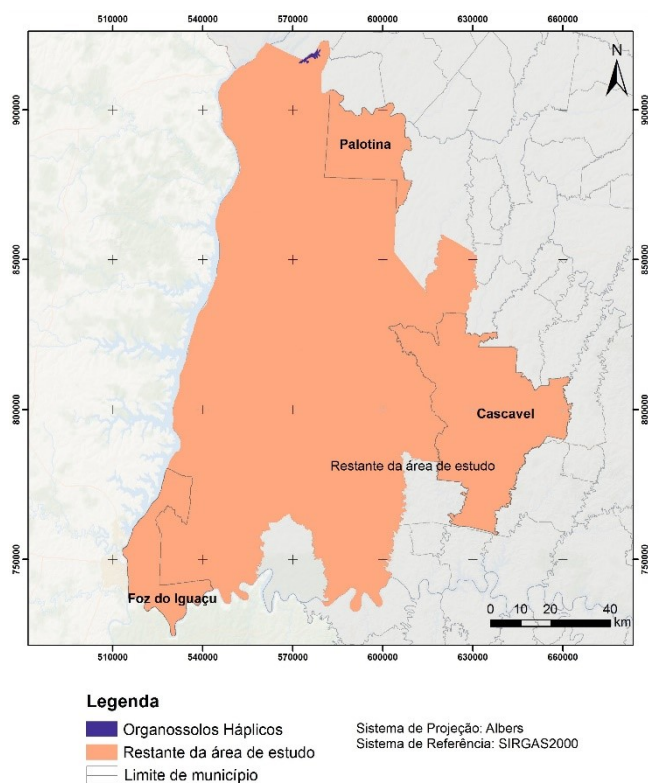


Figura 12. Mapa da área de estudo realçando a unidade de mapeamento de solos que apresenta como primeiro componente Organossolos Háplicos.

Considerações finais

Há uma grande quantidade de terras da região com elevado potencial agrícola, que aliam condições de solos e clima favoráveis. Isto encontra sua melhor representação nas partes planas à suave onduladas das elevações convexadas e dominadas por LVs, principalmente os com caráter férrico (eutróficos ou distróficos) e também naqueles que a influência do arenito é apenas parcial, gerando LVs sem caráter férrico, mas de textura argilosa. A área desses LVs é 5.200,6 km² ou 35% da área total de estudo.

Considere-se ainda o bom potencial dos Nitossolos. Quando presentes em paisagens de relevo suave ondulado (305,1 km² ou 2% da área de estudo) são plenamente aptos à agricultura mais industrial. Os Nitossolos de relevo ondulado ou mais declivosos vão ficando mais afeitos à pequena produção, aliando melhor fertilidade natural e paisagens com maior presença de corpos de água.

A região deve se preocupar com a recomposição de parte importante das florestas fluviais das elevações dominadas pela agricultura de grãos. Esse procedimento tem o intuito de permitir que essas paisagens consigam cumprir a integralidade de suas funções ambientais, aquelas voltadas para a proteção do meio abiótico (diminuir a perda de solo e de íons, diminuir o soterramento das baixadas, diminuir o assoreamento das drenagens) e as associadas à biodiversidade de flora e fauna.

Referências

- BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. dos (ed.). **Mapa de solos Estado do Paraná**: legenda atualizada. Embrapa Solos: Rio de Janeiro: Embrapa Florestas, Colombo, 2008. 74 p.
- BOGNOLA, I. A.; CURCIO, G. R.; GOMES, J. B. V.; CAVIGLIONE, J. H.; UHLMANN, A.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A. P. **Levantamento semidetalhado de solos do município de Londrina**. Londrina: IAPAR, 2011. 100 p.
- CARMO, D. N.; RESENDE, M.; SILVA, T. C. A. Avaliação da aptidão das terras para eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (ed.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p. 187-236.
- CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28., 2001, Londrina. **Guia de excursão de estudos de solos no Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2001. 38 p.
- CURCIO, G. R.; GOMES, J. B. V.; BOGNOLA, I. A.; CAVIGLIONE, J. H.; UHLMANN, A.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A. P. **Levantamento semidetalhado de solos do município de Cambé**. In: FARIAS, G. S. de. (ed.). **Levantamento semi-detalhado de solos e diagnóstico dos remanescentes florestais do município de Cambé - PR**. Londrina: IAPAR. 2011. p. 7-59.
- DONAGEMMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).
- EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do sudoeste do estado do Paraná**. Curitiba, 1974a. Mapa avulso.
- EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do oeste do estado do Paraná**. Curitiba, 1974b. Mapa avulso.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná**. Londrina: EMBRAPA-SNLCS/IAPAR, 1984. 409 p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de pesquisa, 27; IAPAR. Boletim técnico, 16).
- GOMES, J. B. V.; BOGNOLA, I. A.; CURCIO, G. R.; CAVIGLIONE, J. H.; UHLMANN, A.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A. P. **Levantamento semi-detalhado de solos do município de Bela Vista do Paraíso - PR**. Londrina: IAPAR, 2011. 68 p.

- GOMES, J. B. V.; CURTI, N.; MOTTA, P. E. F.; KER, J. C.; MARQUES, J. J. G. S. M.; SCHULZE, D. G. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 137-153, 2004.
- GOMES, J. B. V.; WREGE, M. S.; HOLLER, W. A.; BOGNOLA, I. A. Características gerais dos municípios da Bacia do Paraná 3 e Palotina. In: GOMES, J. B. V.; WREGE, M. S. (ed.). **Municípios formadores da Bacia do Paraná 3 e Palotina: estudos de clima, solos e aptidão das terras para o cultivo do eucalipto**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. p. 11-16.
- IBGE. **Resolução PR nº 01/2015 de 24 de fev. de 2015**. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_2015_sirgas2000.pdf. Acesso em: 30 out. 2020.
- KER, J. C. **Mineralogia, sorção e dessorção de fosfato, magnetização e elementos traços de Latossolos do Brasil**. 1995. 181 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201 p.
- OLIVEIRA, L. B.; PAULA, J. L. Retenção e disponibilidade de água de latossolos do Sudeste e do Sul do Brasil. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA, 3., 1988, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, SBSCS, 1988. p. 303-363.
- RESENDE, M. **Mineralogy, chemistry, morphology and geomorphology of some soils of the Central Plateau of Brazil**. 1976. 237 f. These (Ph. D) – Purdue University, West Lafayette.
- REYNOLDS, W. D.; DRURY, C. F.; YANG, X. M.; FOX, C. A.; TAN, C. S.; ZHANG, T. Q. Land management effects on the near-surface physical quality of a clay loam soil. **Soil & Tillage and Research**, v. 96, p. 316-330, 2007.
- 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; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. Viçosa, MG: SBSCS, 2013. 100 p.
- VERDONCK, O.; PENNINGCK, R.; BOODT, M. The physical properties of different horticultural substrates. **Acta Horticulturae**, v. 150, p. 155-160, 1983.