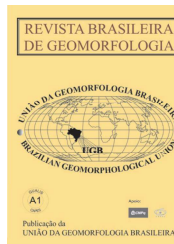


www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 21, nº 1 (2020)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v21i1.1538>



RELAÇÃO SOLO-RELEVO NO OESTE DO PARANÁ, ESTUDO DE CASO: FOLHA TOPOGRÁFICA DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON, BRASIL

SOIL GEOMORPHOLOGY RELATIONSHIP IN THE WESTERN PARANÁ, CASE STUDY: THE TOPOGRAPHIC CHART OF MARECHAL CÂNDIDO RONDON, BRAZIL

Bruno Aparecido da Silva

*Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Rua Maringá, 1200, Francisco Beltrão, Paraná. CEP: 85605-010. Brasil*

ORCID: 0000-0001-8310-7097

E-mail: brunoborchertesilva@gmail.com

Ericson Hideki Hayakawa

*Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Rua Pernambuco, 1777, Marechal Cândido Rondon, Paraná. CEP: 85605-010. Brasil*

ORCID: 0000-0003-1342-1659

E-mail: ericson.geo@gmail.com

Vanda Moreira Martins

*Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Rua Pernambuco, 1777, Marechal Cândido Rondon, Paraná. CEP: 85605-010. Brasil*

ORCID: 0000-0002-6631-231X

E-mail: mmvanda@hotmail.com

Informações sobre o Artigo

Recebido (Received):
04/09/2019

Aceito (Accepted):
17/10/2019

Palavras-chave:

Pedogeomorfologia; Pedogênese
Regressiva; Mapeamento de Solo.

Keywords:

Soil Geomorphology; Regressive
Pedogenesis; Soil Mapping

Resumo:

Na região Oeste do Paraná, estudos demonstram que as coberturas pedológicas estão em desequilíbrio, exemplificado pela transformação dos Nitossolos e Latossolos. Modelos conceituais relacionados à pedogênese regressiva, amparados na relação solo-relevo, têm auxiliado na elucidação da evolução pedogeomorfológica das paisagens tropicais e subtropicais, a exemplo da região supracitada. Com isso, surgem questionamentos se as coberturas pedológicas da área estariam em processo de pedogênese regressiva. A hipótese é de que a evolução geomórfica da paisagem condiciona à pedogênese regressiva das coberturas pedológicas. Neste contexto, o objetivo deste artigo foi discutir as interações pedogeomorfológicas desencadeadas na área do estudo representada espacialmente pela Folha Topográfica de Marechal Cândido Rondon (SG-21-X-B-VI-2 - escala 1:50.000) e com amparo na relação solo-relevo. Os procedimentos incluem a elaboração de mapas temáticos e de perfis pedogeomorfológicos, aliados aos trabalhos de campo e na delimitação das classes de solos na paisagem. Fundamentado na relação solo-relevo, identificou-se que a distribuição dos solos indica a atuação da pedogênese regressiva, com diferentes estágios, sendo

inicial no Planalto de Foz do Iguaçu e efetiva nos Planaltos de Cascavel e de São Francisco. De modo geral, os Latossolos estão sendo destruídos pelo avanço remontante dos Nitossolos. Em um estágio mais efetivo da pedogênese regressiva, os Cambissolos e Neossolos avançam na vertente em detrimento dos Nitossolos e Latossolos Vermelhos. Os processos pedogeomorfológicos estão sendo preponderantes para a esculturação e evolução recente do relevo regional e estariam diretamente relacionados às transformações dos sistemas pedológicos nas vertentes que contemplam a área do estudo.

Abstract:

In the western Paraná State several studies have shown that the pedological coverings are unbalanced, exemplified by the transformation of the Nitisols and Ferralsols. Conceptual models related to regressive pedogenesis and supported by the soil-geomorphology relationship have helped to understand the pedogeomorphological evolution of tropical and subtropical landscapes. In this context, we wonder if the pedological coverages are undergoing regressive pedogenesis. Our hypothesis consider that the geomorphic evolution of the landscape are influenced by the regressive pedogenesis. The main objective is to discuss the pedogeomorphological interactions observed in the study area (Topographic Chart of Marechal Cândido Rondon - SG-21-X-B-VI-2 - scale of 1:50 000) supported by the soil geomorphology relationship. Thematic maps and pedogeomorphological profiles were performed to assist fieldwork and class soil mapping. Results shown that the soils distribution are influenced by the regressive pedogenesis on different stages. In the Plateau of the Foz de Iguaçu the process is in the early stage, but is effective at the Plateau of the Cascavel and São Francisco. The Ferralsols are being destroyed with the advance of the Nitisols to upper areas. Also observe in the areas with consolidate regressive pedogenesis, the Cambisols and Regosols and Leptosols advancing to upper areas and replacing the Nitisols and Ferralsols. The pedogeomorphological processes are preponderant for the sculpture and evolution of the regional landforms and these would be related to the regional soil transformation evolution.

1. Introdução

A integração da distribuição espacial dos solos com as formas de relevo permite uma análise aprofundada da evolução dos solos e do relevo (BIRKELAND, 1990; BOULET *et al.*, 2016; VIDAL-TORRADO *et al.*, 2005). Por isso, as relações morfogênese-pedogênese têm sido o parâmetro teórico-metodológico para as investigações da evolução das paisagens (QUEIROZ NETO, 2010, 2012; BOULET *et al.*, 2016). Exemplo disto são os estudos desenvolvidos em diferentes unidades de paisagem do oeste paranaense, onde diversas pesquisas demonstraram que as coberturas pedológicas estão em desequilíbrio, a partir da transformação dos Latossolos para Nitossolos (p. ex., MORESCO, 2007; MAGALHÃES *et al.*, 2012; MAGALHÃES, 2013; CALEGARI e MARCOLIN, 2015; ROCHA, 2016; MAGALHÃES *et al.*, 2016).

As causas genéticas dessas transformações, relacionadas com a evolução intrínseca da paisagem, pouco foram discutidas no contexto da paisagem do oeste paranaense. Diante disso, acredita-se que a cobertura pedológica do oeste do Paraná encontra-se em evolução regressiva, a partir da instabilidade físico-química, reju-

venescimento e remoções superficiais do solo, conforme os pressupostos de Johnson e Watson-Stegner (1987), Birkeland (1990) e Johnson *et al.* (1990), Gerrard (1993) e Boulet *et al.* (2016), que acometem os solos numa sequência de transformação Latossolos-Nitossolos e Cambissolos-Neossolos.

A evolução da paisagem em estudo se insere no contexto de alterações do nível de base regional do rio Paraná (segmento médio). Estas alterações tanto podem ter sido motivadas por reativação de falhas (NW-SE e NE-SW), desde o Plioceno (BARTORELLI, 2004), quanto pela mudança abrupta da morfologia e estruturas (verticais-horizontais) dos derrames basálticos que compõe os membros litológicos do Grupo Serra Geral, na região Oeste do Paraná (MINEROPAR, 2013). Portanto, esses prováveis fatores (tectônicos e litoestruturais) atuam na evolução da paisagem, condicionando os solos a momentos de estabilidade e instabilidade.

A estabilidade paisagística remete a um período de efetiva atuação pedogeoquímica (pedogênese progressiva) e formação de coberturas ferralíticas (BOULET *et al.*, 2016; HUGGET, 2007), intercalados por períodos de erosão mecânica ou geoquímica das coberturas

(instabilidade) e pedogênese regressiva (GERRARD, 1993; THOMAS, 1989; HUGGET, 2007; KAMP; OWEN, 2013; DIXON, 2013). Com isso, a paisagem é marcada tanto por períodos de desenvolvimento do manto de alteração quanto períodos de denudação do mesmo (RABASSA, 2010).

A formação de mantos de alteração profundos depende de relativa estabilidade tectônica e condições climáticas de *long-term* (BUTT *et al.*, 2000). Esta é a condição presente em grande parte das regiões tropicais, nas quais a atuação geoquímica e pedogenética aprofunda as coberturas ferralíticas e provoca um lento rebaixamento do relevo (BOULET *et al.*, 2016). Esses processos levam à pedogênese progressiva, mediante ao alcance da estabilidade físico-química dos solos e o equilíbrio com os processos geomórficos (GERRARD, 1993; JOHNSON *et al.*, 1990). Por outro lado, quando as paisagens tornam-se instáveis, com a atuação de atividades tectônicas ou variações climáticas (KAMP; OWEN, 2013), os solos são condicionados à pedogênese regressiva. Segundo Johnson *et al.* (1990) e Gerrard (1993), o processo regressivo corresponderia ao rejuvenescimento, remoções superficiais e instabilidade físico-química do solo.

Diante dessa evolução, alguns autores estimam uma escala temporal de 1 milhão a 100 milhões de anos para que um sistema pedogeomorfológico alcance seu equilíbrio e os mantos de alteração se aprofundem (THOMAS, 1989; GERRARD, 1993; DIXON, 2013). De forma contrária, para que as paisagens se tornem instáveis é necessário um rápido pulso tectônico ou climático (10.000 e 1.000.000 anos), culminando com a remoção parcial ou total das coberturas superficiais (THOMAS, 1989; GERRARD, 1993; THOMAS, 2006; DIXON, 2013; MIGOÑ, 2013).

É importante destacar nesta discussão o papel dos mapas de solos nos estudos pedogeomorfológicos. Uma vez que, a partir desta ferramenta, é possível uma melhor análise da organização e evolução pedológica na paisagem, quando fundamentada no paradigma solo-relevo (BOCKHEIM *et al.*, 2005; BUI, 2004; CAMPOS *et al.*, 2006). Tais mapas também auxiliam na identificação de superfícies geomórficas. Estas, por sua vez, remontam à evolução de uma paisagem (DANIELS *et al.*, 1971; HUGGETT, 1975; KER, 1998; VIDAL-TORRADO *et al.*, 1999; CAMPOS *et al.*, 2006).

O fato é que, com a disponibilidade de dados de

geotecnologias, especialmente imagens de satélite e modelos digitais de elevação em diferentes resoluções espaciais, reduziu-se também os empecilhos decorrentes da ausência de mapas pedológicos e geomorfológicos em escalas cartográficas variadas. Portanto, de posse destes dados base, ao integrar a dinâmica e a distribuição espacial dos solos à geomorfologia, é possível realizar uma análise aprofundada da evolução dos solos e do relevo (BIRKELAND, 1990; BOULET *et al.*, 2016; QUEIROZ NETO, 2010, 2012; VIDAL-TORRADO *et al.*, 2005).

Com base nas ideias apresentadas, este trabalho questiona se as coberturas pedológicas, delimitadas espacialmente pela Folha Topográfica de Marechal Cândido Rondon (SG-21-X-B-VI-2 - escala 1:50.000), estariam em processo de pedogênese regressiva, motivada pela evolução da paisagem. A hipótese norteadora do trabalho é a de que a evolução pedogeomorfológica, mediante às alterações do nível de base regional, condiciona às coberturas pedológicas uma pedogênese regressiva, tal como ocorre no sistema Latossolo-Nitossolo. Assim sendo, o objetivo principal incide em discutir as interações evolução geomórfica e pedogênese regressiva na área do estudo, amparado na relação solo-relevo e na identificação de superfícies geomórficas. Com isso, entende-se que é possível avançar na sistematização de modelos teóricos que expliquem a evolução das paisagens do Oeste do Paraná.

2. Materiais e Métodos

2.1. Caracterização da área do estudo

A área do estudo compreende os limites da Folha Topográfica de Marechal Cândido Rondon - SG-21-X-B-VI-2, escala 1:50.000, e integra a região Oeste do Estado do Paraná (Figura 1). A litologia da área é representada por rochas basálticas dos seguintes Membros: Toledo, composto de derrames tabulares maciços, predominantemente; Santa Quitéria, com derrames lobados e lobo tabulares vesiculares, que integram a Formação Cascavel do Grupo Serra Geral (MINEROPAR, 2013). O tipo climático predominante é o Cfa, clima subtropical, com verão quente, temperaturas médias anuais que variam entre 18 e 22°C, sem ocorrência de estação seca e precipitação média anual entre 1.400 e 2.000 mm (PARANÁ, 2013).

O relevo é dividido em três (03) unidades geomorfológicas: as subunidades morfoesculturais denomina-

das de Planalto de São Francisco (formas onduladas a forte onduladas), Planalto de Foz do Iguaçu (formas planas e suave onduladas) e Planalto de Cascavel (formas suave-onduladas), conforme caracterização de Santos *et al.* (2006). Essas unidades refletem a interação entre o acamamento litológico e a dissecação do relevo promovida pela evolução da rede hidrográfica (SILVA, 2017). Fernandez e Rocha (2016) retratam que os referidos planaltos são unidades de paisagem com grau de evolução distinto, sendo que o estágio de evolução geomórfica aumenta do Planalto de Foz do Iguaçu (superfície mais jovem) para o de Cascavel.

A rede de drenagem é perene e apresenta padrão dendrítico a sub-dendrítico. Em alguns setores, possui

padrão sub-retangular e segmentos anômalos nos canais fluviais, devido à imposição litoestrutural (BALLER, 2014; LIMA, 2009; SILVA; CALEGARI, 2018). Essa condição é decorrente da configuração dos derrames basálticos que apresentam seções intercaladas por derrames predominantemente maciços (p. ex. Membro Toledo) e sequências de basaltos lobados (p. ex. Membro Santa Quitéria) (MINEROPAR, 2013). Soma-se a isso, também, o aspecto fraturado (estruturas atectônicas), assim como estruturas de origem tectônica, tais como falhas e lineamentos com orientação NE-SW, que coincidem com transições planálticas e *knickpoints*, controlando a disposição das grandes cachoeiras regionais (BARTORELLI, 2004).

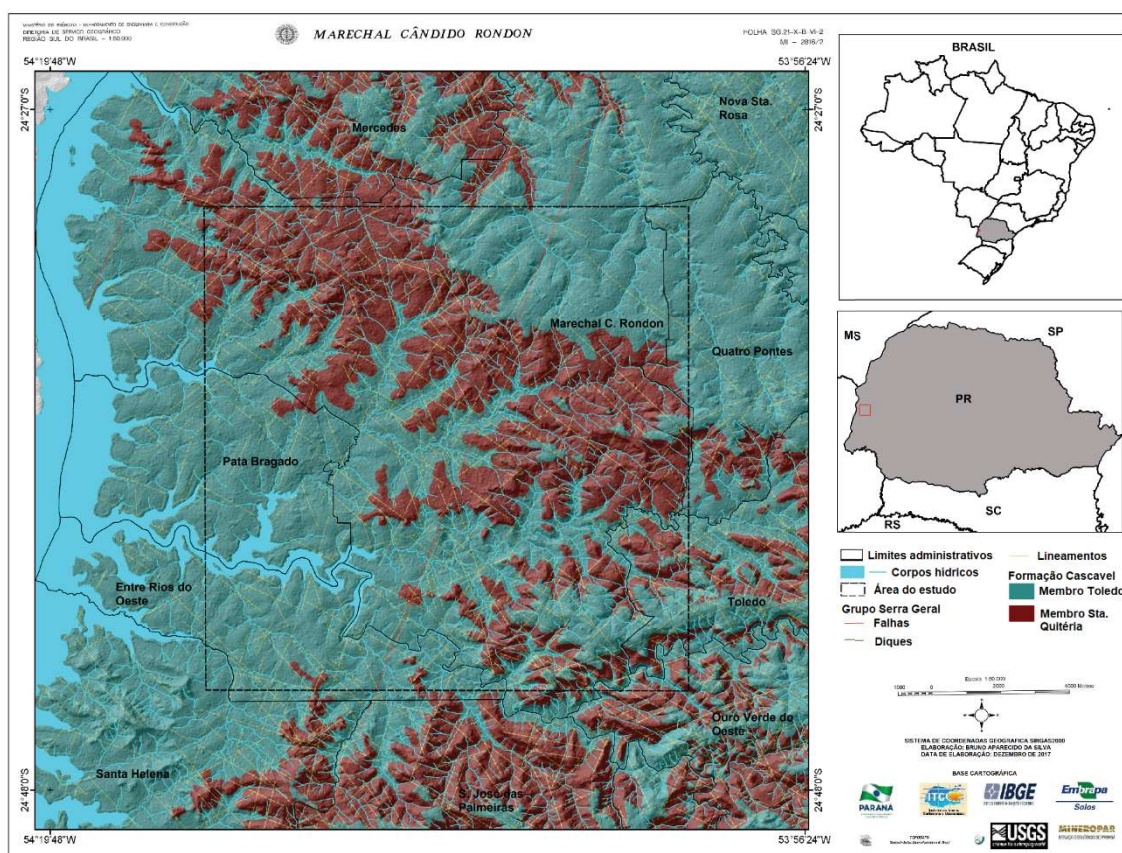


Figura 1 – Localização da área do estudo (centro da figura) e sua respectiva formação geológica.

As principais classes de solos são os Latossolos (LV) e Nitossolos Vermelhos (NV), Neossolos Regolíticos (RR), Litólicos (RL) e Flúvicos (RY), Cambissolos (CX) e Gleissolos Háplicos (GX) (SILVA, 2017). Por fim, a vegetação característica da área do estudo é classificada como Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2012).

2.2 Mapeamento Convencional de Solos (MCS)

O Mapeamento Convencional de Solos (MCS) da área do estudo teve como base o levantamento de solos do Estado do Paraná, realizado pela Embrapa (1984) e atualizado por Bhering *et al.* (2007), os trabalhos regionais sobre a relação solo-relevo e ferramentas relacionadas às Geotecnologias, assim como trabalhos de campo.

Esta etapa iniciou-se com a obtenção dos dados de geotecnologias e edição e elaboração do material cartográfico. Foi adotada a Folha Topográfica de Marechal Cândido Rondon (SG-21-X-B-VI-2), escala 1:50.000, como base cartográfica. Os limites dos mapas temáticos restringiram-se à área da carta topográfica. O mapa de geologia foi editado no Sistema de Informação Geográfica (SIG) *Qgis 2.18.0*, a partir dos dados disponibilizados pela Mineropar (2013), enquanto que os mapas de hipsometria e declividade foram confeccionados a partir da geração de um Modelo Digital de Elevação (MDE) dos dados do *SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)*, com 30 metros de resolução. Os intervalos entre as classes de hipsometria e declividade foram estabelecidos conforme Silva (2017) e Embrapa (2013), respectivamente, no SIG *Qgis 2.18.0*. Imagens do satélite *Rapideye*, disponibilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente, referentes ao ano de 2016, foram organizadas para posterior auxílio na identificação das unidades de mapeamento.

De posse dos materiais cartográficos, seguiu-se com a sobreposição dos planos de informação de hipsometria, declividade e imagens de satélite. Mediante à interpretação visual e identificação dos limites entre as classes de solos no *software*, seguiu-se com a separação e vetorização manual no SIG das unidades de mapeamento. Informações complementares sobre a distribuição, descrição de perfis e classificação dos solos da área do estudo foram tomadas a partir de trabalhos publicados para a região (p. ex., EMBRAPA, 1984; MAGALHÃES, 2008; ROCHA *et al.*, 2012; MAGALHÃES *et al.*, 2012; CALEGARI e MARCOLIN 2015).

Posteriormente à delimitação das unidades de mapeamento, seguiu-se com a etapa de campo. Esta ocorreu por meio de caminhamento livre, observações das formas e comprimento das vertentes, dos sistemas pedológicos e da distribuição espacial da vegetação. A partir da observação de 75 pontos em campo, foi possível corrigir e determinar os limites entre as unidades de mapeamento de solos, conforme Embrapa (1995) e (IBGE, 2015). Por fim, prosseguiu-se com a descrição morfológica dos perfis de solos, conforme Santos *et al.* (2015), em barrancos expostos. Durante a descrição foram utilizados fita métrica, carta de cores *Munsell Soil Color Charts*, trado holandês, faca pedológica e enxadão. Os solos foram classificados até o 2º nível categórico (EMBRAPA, 2013). O mapa de solos foi finalizado no *Qgis 2.18.0*, em escala aproximada de 1:50.000.

2.3 Identificação das superfícies geomórficas

A partir da manipulação do SRTM, no SIG *Qgis 2.18.0*, foi gerado o arquivo MDE da área de interesse. Sobre este arquivo foram elaborados transectos transversais e longitudinais para obter os perfis topográficos. A partir disso, avaliou-se a morfologia do relevo, assim como procurou-se identificar a ocorrência de patamares geomórficos ao longo da área estudada, mediante à análise do perfil topográfico. Em seguida, realizou-se a interpretação da distribuição espacial das classes hipsométricas na área do estudo. Com isso, identificaram-se 5 patamares altimétricos distintos, correspondentes às superfícies geomórficas, posteriormente reconhecidos em campo na área do estudo.

3. Resultados

3.1 Unidades de mapeamento de solos

O mapa de solos elaborado para a área do estudo é representado por quatro (04) unidades de mapeamento: LV - Latossolos Vermelhos; NV - Nitossolos Vermelhos; Associação de RR+RL+CX+RY - Neossolos Regolíticos + Neossolos Litólicos + Cambissolos Háplicos + Neossolos Flúvicos; Associação de GX+RY - Gleissolos Háplicos + Neossolos Flúvicos (Figura 2). A área percentual das unidades de mapeamento e a descrição morfológica dos solos são apresentadas na Tabela 1.

De modo geral, os solos são argilosos a muito argilosos, devido à natureza e intensa alteração do material de origem (GHIDIN *et al.*, 2006). Os LV, oxidícos e caulínícos, apresentam perfis espessos, coloração homogênea com matizes avermelhados (10R e 2,5YR) e boa drenagem no perfil.

Os LV distribuem-se nos setores de topo plano, amplos e retilíneos, considerados estáveis, conforme destacou Ker (1998). No Planalto de Cascavel, superfície mais antiga (FERNANDEZ; ROCHA, 2016) da região Oeste, os LV são mais intemperizados que os encontrados nos setores do Planalto de Foz do Iguaçu (MARCOLIN, 2015). Nas vertentes com comprimento superior a 1.000 metros, os LV estendem-se até a média e baixa vertente, desde que a declividade não exceda aos 6% (SILVA *et al.*, 2018). No Planalto de São Francisco os LV restringiram-se aos setores de interflúvio maiores que 300 metros de comprimento. A transição entre LV e NV, nos referidos Planaltos, é controlada pela declividade, comprimento e forma da vertente, também constatado por Magalhães *et al.* (2012, 2016) e Calegari e Marcolin (2015).

Tabela 1: Área percentual e descrição morfológica das unidades de mapeamento dos solos da Folha Topográfica de Marechal Cândido Rondon-PR. Nota-se a distinção do percentual de área de cada unidade de mapeamento quando se compara com o mapa de solos da EMBRAPA (1984) e Bhering *et al.* (2007) em escala 1:250.000.

1:50.000			1:250.000 (EMBRAPA, 1984; BHERING, 2007)					
Classe	Área (%)		Área (%)					
LV	29,3		35,0					
NV	32,1		51,1					
RR+RL+CX+RY	31,6		12,4					
GX+RY	6,9		1,5					
Hor.	Prof. (cm)	Cor	Textura	Estrutura	Consistência	Cerosid.	Raízes / Poros	Transição
Latossolo Vermelho								
Ap	0-20	2.5YR 3/4	argilosa	b. a.; p.; m.	m. fr.; pl. pe	-	f. a.; p. co.	clara e pla.
Bw1	20-70	2.5YR 3/6	m. arg.	b. s.; p.; m.	m. fr.; m. pl. pe.	-	f. po.; p. co.	difusa e ond.
Bw2	70-130	2.5YR 2.5/4	m. arg.	g.; p.; fo.	m. fr.; m. pl. pe.	-	p. m. p.	difusa e ond.
Bw3	130-200+	2.5YR 3/4	m. arg.	g.; p.; fo.	m. fr.; m. pl. pe.	-	m. p.co	-
Nitossolo Vermelho								
Ap	0-15	2.5YR 3/3	m. arg.	b. a.; g.; m.	fi.; pl. pe.	-	f. po.; p. co.	clara e ond.
AB	15-45	2.5YR 3/4	m. arg.	b. a.; g.; fo.	fi.; pl. pe.	-	f. po.; p. co.	clara e ond.
Bni1	45-100	2.5YR 3/6	m. arg.	b. a.; g.; fo.	fi.; pl. pe.	m. com.	f. po.; p. co.	grad. e ond.
Bni2	100-180+	2.5YR 3/6	m. arg.	b. a.; g.; fo.	fi.; pl. pe.	fo. ab	m. p.co	-
Cambissolo Háptico								
A	0-16	2.5YR 3/2	argilosa	gru.; p.; fr.	fr.; pl. pe.	-	m. co.; m. co.	grad. e ond.
BA	16-46	2.5YR 3/3	argilosa	b. s.; p.; fr.	fr.; pl. pe.	-	m. co.; m. co.	grad. e pla.
Bi	46-68	2.5YR 3/3	argilosa	b. s.; p.; fr.	fr.; pl. pe.	-	f. po.; m. co.	clara e ond.
BiC	68-100+	2.5YR 3/4	argilosa	b. s.; p.; fr.	fr.; pl. pe.	-	f. po.; m. co.	-
Neossolo Regolítico								
A	0-10	5YR 3/3	argilossi.	b. s.; p.; fr.	fr.; pl. pe.	-	m. co.; m. co.	difusa e ond.
C	10-80	10YR 3/4	argilossi.	b. s.; p.; fr.	fr.; pl. pe.	-	m. co.; m. co.	-
Neossolo Litólico								
A	0-10	2.5YR 2,5/3	argilossi.	b. s.; p.; fr.	fr.; pl. pe.	-	f. co.; m. co.	clara e ond.
Cr	10-30	2.5YR 4/6	argilossi.	b. s.; p.; fr.	fr.; pl. pe.	-	f. co.; m. co.	-
Gleissolo Háptico								
A	0-15	2.5Y 4/2	argilossi.	b. a.; me.; fr.	fr.; pl. pe.	-	f. a.	clara e ond.
ACg	15-40	2.5Y 5/2	argilossi.	b. a.; me.; fr.	fr.; pl. pe.	-	f. po	clara e plana
Cg1	40-80	5Y 5/1	argilossi.	b. a.; me.; fr.	fr.; pl. pe.	-	m. fi. po	clara e plana
Cg2	80-120	5Y 5/2	argilossi.	ma.	fr.; pl. pe.	-	-	-

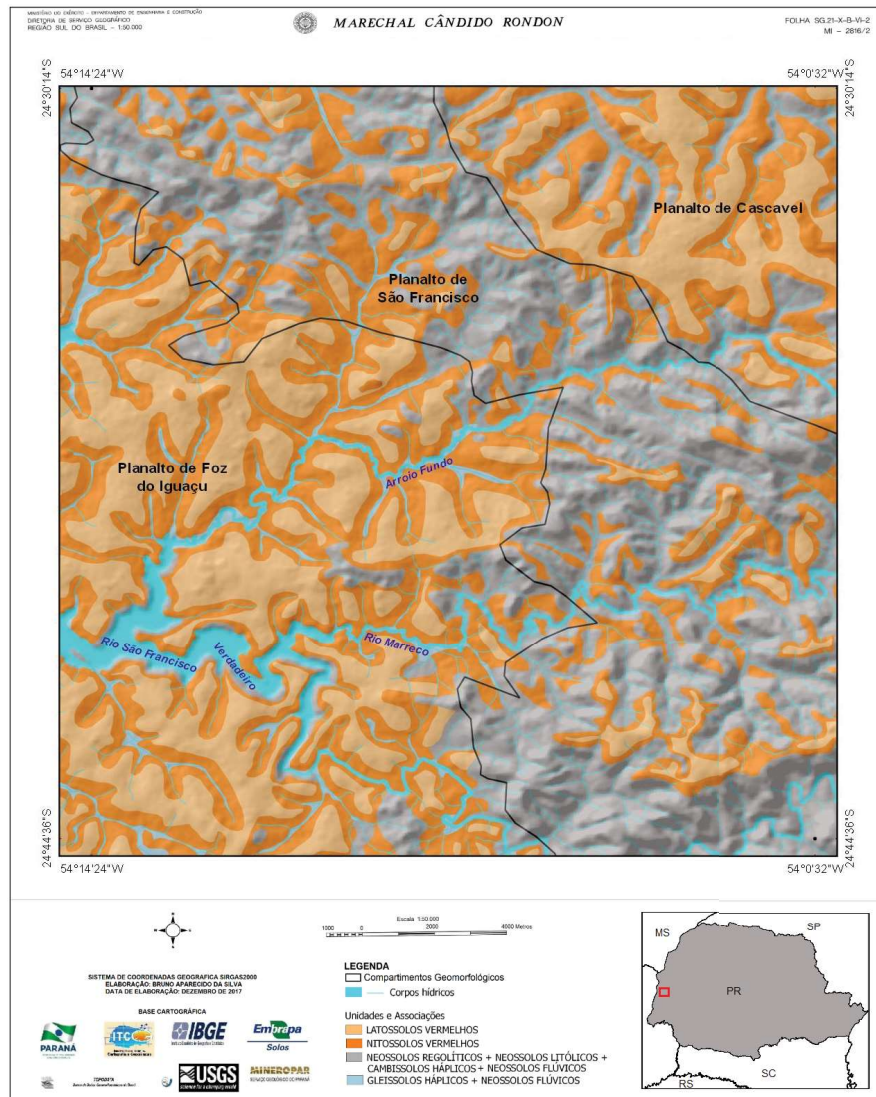


Figura 2 – Mapa de solos da Folha Topográfica de Marechal Cândido Rondon-PR.

Nos segmentos de alta até baixa vertente e fundo de vale estão os NV. A ocorrência desse padrão de distribuição também foi verificada em levantamentos de solos na região (EMBRAPA, 1984; JANJAR, 2013). Os NV ocorrem nos segmentos de vertente com declividades entre 8 e 20% (Planaltos de Foz do Iguaçu e de Cascavel) e entre 3 e 20% (Planalto de São Francisco). Essa classe de solos também está associada às formas de vertentes convexas, côncavas e retilíneas, em cada planalto. De modo geral, apresentaram estrutura em blocos angulares com forte grau de desenvolvimento e presença moderada a forte de cerosidade, típico do horizonte diagnóstico B nítico que define essa classe de solos (EMBRAPA, 2013).

Nos setores com declividades superiores a 20%, fundos de vale em V e nas transições entre os *trapp*, é encontrada a associação RR+RL+CX+RY, principal-

mente nos Planaltos de Foz do Iguaçu e de Cascavel. Entretanto, no Planalto de São Francisco pode ocorrer tanto nos interflúvios, como entre a alta e a baixa vertente e nos fundos de vales. Distribuição também relatada por Rocha *et al.* (2012) e Janjar (2013).

A morfologia dos RY foi descrita a partir de tradagem, limitando a verificação de alguns atributos morfológicos. De modo geral essa classe apresentou sequência de horizontes A, C, Cg1 e Cg2. O matiz variou entre 2.5YR4/2, 5Y 3/2 e 10R 3/2. A textura apresentada foi arenossiltosa de 0-20 cm de profundidade, siltosa (20-65 cm) e argilossiltosa (65-120 cm). A consistência variou de ligeiramente plástica, plástica a muito plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa. Entre 65 e 120 cm de profundidade, foi observado mosqueamento comum (7.5YR5/8), devido a oscilação do lençol freático. A

distribuição desses solos restringe-se aos fundos de vale planos, comumente próximos aos canais fluviais. Essa condição facilita a deposição de camadas de composição granulométrica variada, contribuindo para a formação dos RY (EMBRAPA, 2013). A associação GX+RY ocupa os

setores de fundo de vale, comumente planos (0-3% de declividade). A ocorrência dessa associação de solos é mais comum no Planalto de Foz do Iguaçu, nas áreas próximas ao vale do rio Paraná, onde os fundos de vale são planos, corroborando com os resultados de Rocha (2016).

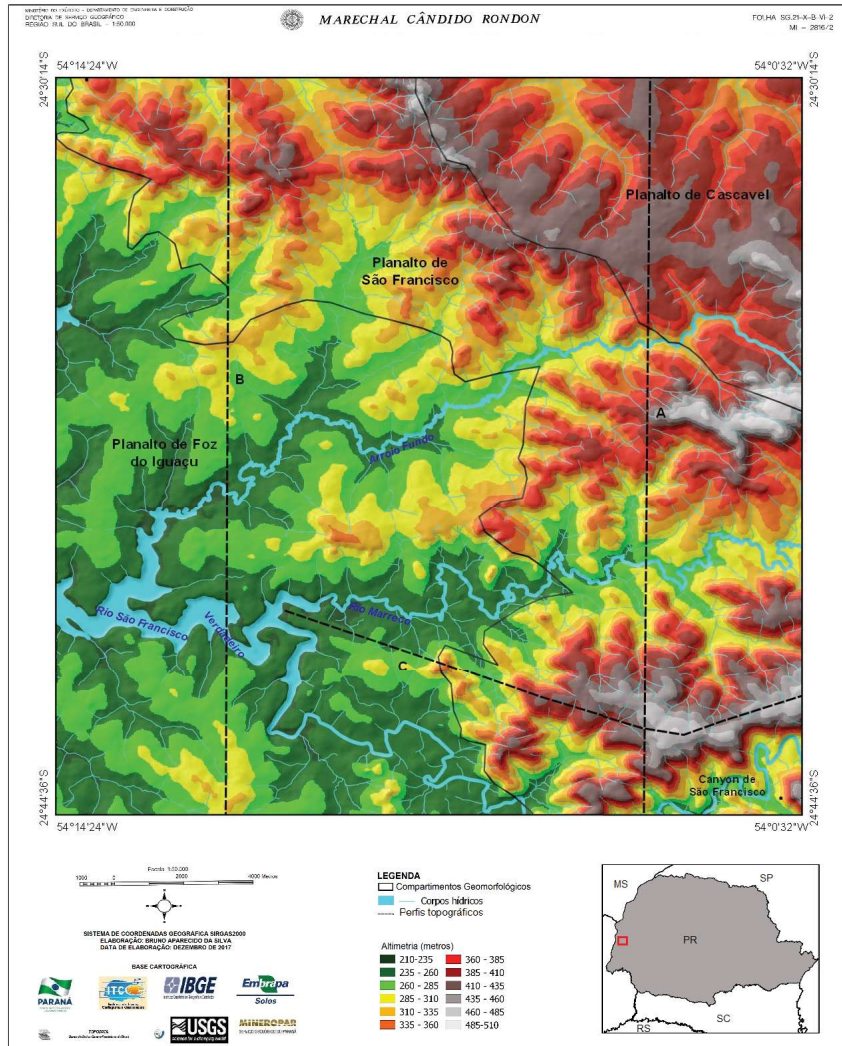


Figura 3 – Mapa hipsométrico da Folha Topográfica de Marechal Cândido Rondon-PR.

3.2. Superfícies geomórficas

A área do estudo apresenta cotas entre 210 e 510 metros de altitude (Figura 3). No setor leste, norte e noroeste encontram-se as maiores altitudes, associadas aos Planaltos de São Francisco e Cascavel. As menores altitudes ocorrem nos setores centro-oeste, centro-sul e sudoeste, associadas ao Planalto de Foz do Iguaçu. O Planalto de Cascavel abrange altitudes entre 310 e 510 metros e localiza-se no setor nordeste. O Planalto de São Francisco abrange uma faixa no sentido noroeste-sudeste, apresentando altitudes de 210 a 510 metros. E no setor centro-oeste, centro-sul e sudoeste tem-se o

Planalto de Foz do Iguaçu, caracterizado por topografia menos dissecada e topos rebaixados, com altitudes entre 210 e 360 metros, relacionadas à destruição do Pediplano 1 (BIGARELLA *et al.*, 1965a) durante a evolução geomórfica regional mais recente, conforme discute Magalhães (2013) ao abordar a ocorrência de superfícies de erosão no Oeste do Paraná.

A morfologia do relevo local e regional é resultado da evolução da rede de drenagem do médio curso do rio Paraná, segmento no qual o rio entalhou um *canyon* na paisagem à jusante das cachoeiras das Sete Quedas (situada ao norte da área do estudo), conforme relatam Almeida (1956) e

Bartorelli (2004). Por sua vez, no segmento baixo-médio do rio São Francisco Verdadeiro, tributário esquerdo do rio Paraná, setor sudeste da área do estudo, a evolução da rede de drenagem também esculpiu um *canyon*, com amplitude topográfica de 300 metros. De modo geral, a evolução da rede de drenagem e a mobilização diferencial de blocos tectônicos por epirogênese são responsáveis pela atual topografia na Bacia do Paraná (BARTORELLI, 2004; STEVAUX e LATRUBESSE, 2010). Essa dinâmica pode explicar a existência de patamares remanescentes (superfícies geomórficas), esculpidos pelos tributários do rio Paraná e que caracterizam as subunidades morfoesculturais ou planaltos (Cascavel, Foz do Iguaçu e São Francisco) que abrangem a área do estudo e a Bacia do Paraná 3- Brasil (BP3-BR).

A existência dessas superfícies geomórficas, bem como a transição entre elas, associa-se aos controles litoestruturais, *knickpoints*, conforme discutem Silva e Calegari (2018, 2019) a respeito da ocorrência de superfícies geomórficas no oeste paranaense. A disposição destas feições ao longo dos leitos fluviais pode estar controlando a evolução geomórfica e pedológica à

montante, cujo reflexo é o aprofundamento diferencial dos mantos de alteração nos planaltos. No Planalto de Cascavel foram identificados perfis de solos com espessura superior a quinze (15) metros, associados aos Latossolos típicos, em contraste com perfis de Latossolos menos espessos, identificados nos setores denudados e parcialmente denudados do Planalto de São Francisco.

As três subunidades morfoesculturais que compõem a área do estudo apresentam cinco distintas superfícies geomórficas (Figura 4-C). O nível topográfico mais rebaixado (210 a 300 metros, superfície V) representa a superfície relacionada ao Planalto de Foz do Iguaçu (Figura 4-B,C), cuja elaboração geomórfica é mais recente, em relação às outras superfícies, conforme demonstraram Fernandez e Rocha (2016). Os fundos de vale são comumente achatados e planos devido à fraca dissecação, conforme apontam Bade *et al.* (2016). Entretanto, também é prudente considerar um possível controle estrutural da litologia (estrutura horizontal) retardando o entalhamento fluvial, conforme discutem Sordi *et al.* (2017) para a evolução dos vales fluviais.

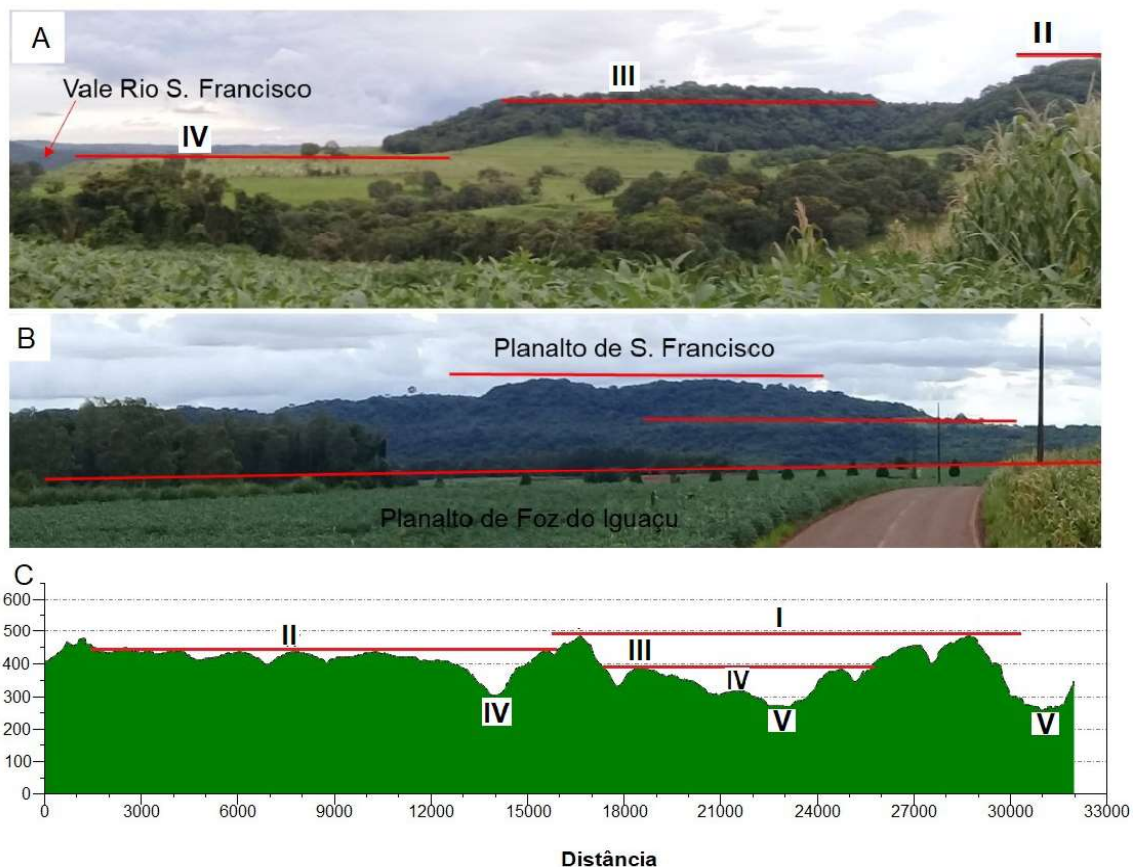


Figura 4 - Representação dos patamares topográficos na Folha de Marechal Cândido Rondon-PR. A e B: patamares topográficos na bacia do rio São Francisco Verdadeiro. A: níveis topográficos II (420 metros), III (380 metros), IV (320 metros). B: em primeiro plano nível 240 metros de altitude; nível intermediário a 290 metros de altitude; ao fundo, nível topográfico a 410 metros. C: perfil topográfico transversal da área do estudo, correspondente ao perfil topográfico transversal A, contido na figura 7.

Entre 300 e 360 metros de altitude, na transição planáltica de Foz do Iguaçu e Cascavel, ocorre uma superfície intermediária (superfície IV), a exemplo dos patamares entre 360-420 metros (superfície III) e 420-460 metros (superfície II) (Figura 4-A). Essas três superfícies estão atreladas à transição interplanáltica regional. Há ainda uma superfície que se prolonga regionalmente, englobando os topos do Planalto de São Francisco e o Planalto de Cascavel, setor leste da área do estudo (superfície I). Os fundos de vale são mais aprofundados nessa superfície (V), superiores a 10 me-

tros, conforme observações de campo em segmentos de nascente, reflexo tanto da longa evolução geomórfica (FERNANDEZ; ROCHA, 2016) quanto da ocorrência de estruturas verticais dos derrames basálticos, de origem tectônica e atectônicas (SALAMUNI *et al.*, 2002; SORDI *et al.*, 2017; SUMMERFIELD, 1991).

Os remanescentes geomórficos podem estar relacionados à evolução da Bacia do Paraná (BARTORELLI, 2004; STEVAUX e LATRUBESSE, 2010), mediante às alterações no nível de base regional, conforme destacam Sparrow (1965) e Migoñ (2013b).



Figura 5 – Formas de relevo residuais (pseudo-mesetas) representando a evolução do relevo da área do estudo. A: topo da feição 436 metros, base da feição 260 metros. B: altitude de 477 metros no topo da pseudo-meseta. C: erosão remontante na área do estudo (registro fotográfico obtido no setor oposto à fotografia B). D: desenvolvimento de uma possível captura fluvial.

Diversas formas residuais, associadas aos remanescentes de superfícies geomórficas, elaboradas a partir do recuo do *front* erosivo (Figura 5-C), se sobressaem na paisagem regional, de modo que é comum a presença de pseudo-mesetas nos Planaltos de Foz do Iguaçu (Figura 5-A) e de São Francisco (Figura 5-B). Em alguns setores

verificou-se a individualização das formas residuais a partir do desenvolvimento de captura fluvial por recuo das vertentes (Figura 5-D), demonstrando a contínua evolução do relevo (OLIVEIRA, 2010). Para alguns autores, como Salamuni *et al.* (2002), a formação de feições tabuliformes está relacionada às condições

climáticas semiáridas, principalmente durante o Quaternário. Atualmente estas feições estão sendo suavizadas sob clima úmido, tal como observado em compartimentos geomórficos no Parque Nacional do Iguaçu, região Oeste do Paraná, pelos referidos autores.

As vertentes nos Planaltos de Foz do Iguaçu e Cascavel apresentam comprimento superior a 1000 metros de extensão, declividade até 20% e topos planos. O que diferencia são os fundos de vale. No primeiro os fundos de vale são achatados e planos. Já no Planalto de Cascavel, além de ocorrerem vertentes com inclinação acima de 20%, os fundos de vale são em V e profun-

dos. Nesses Planaltos foram encontradas depressões fechadas que atualmente estão isoladas ou em alguns casos conectadas à rede de drenagem nos setores de topo (Figura 6-A e B). Embora elas ocorram nas partes mais elevadas da paisagem, acredita-se que a formação das depressões esteja relacionada à zonas de fraqueza litológica, conforme discutem Salamuni *et al.* (2002) ao constatarem a existência de depressões fechadas sobre litologia basáltica no Parque Nacional do Iguaçu. As depressões, para alguns autores, representam o estágio inicial para a evolução do relevo em áreas aplainadas (ESPINDOLA, 2010).



Figura 6 – Depressões nos setores de topo da área do estudo. A: depressão fechada no Planalto de Foz do Iguaçu. B: depressão sendo capturada pela rede de drenagem, à esquerda da imagem.

O Planalto de São Francisco é caracterizado pela forte taxa de dissecação, já observado por Bade *et al.* (2016). O comprimento das vertentes varia entre 300 e 700 metros, com inclinação acima de 8%, representando mais de 50% da área deste Planalto. Os topos são curtos, geralmente menores que 500 metros. A densidade de drenagem é maior se comparada aos outros planaltos. Os fundos de vale são predominantemente em V e as formas de relevo onduladas, forte onduladas e escarpadas.

3.3 Pedogeomorfologia

A transformação dos horizontes Bw em B nítico, constatada por meio de evidências morfológicas nos perfis de solos em campo e demonstrada por estudos regionais, assim como a existência dos horizontes incipientes e solos rasos em segmentos de topo, levam

a crer em duas (02) principais sequências evolutivas na área. A principal é representada pelo avanço dos NV sobre os LV, principalmente no Planalto de Cascavel e no de São Francisco. A segunda frente evolutiva representa a substituição dos LV-NV pelos Cambissolos ou Neossolos. A ocorrência de solos rasos (Neossolos e Cambissolos) nos segmentos de topo, como destaca Rocha (2016), não é incomum no Planalto de Cascavel. Em ambas as situações, a evolução da cobertura pedológica é interpretada como pedogênese regressiva.

A pedogênese regressiva é mais comum no Planalto de Cascavel e de São Francisco. Tanto o aparecimento de RR, e posteriormente os NV, demonstrado por Calegari e Marcolin (2015) e Silva (2017), quanto a transição de LV típico para NV Distroférico latossólico (MAGALHÃES *et al.*, 2012) representam uma

pedogênese regressiva. No caso da transformação dos horizontes Bw, dos setores de topo e alta vertente, para horizontes B nítico, que avançam da média ou média-baixa vertente para o setor de montante, há uma evolução pedogenética regressiva ligada à dinâmica atual da paisagem. Magalhães (2013) verificou a transformação terminal do Bw para B nítico, somada à proximidade da rocha alterada (saprolito), que por sua vez acentua a instabilidade no manto de alteração, conforme destaca Schaeztl (2013).

No Planalto de Foz do Iguaçu, a pedogênese regressiva aparenta estar em estágio inicial, pois a transformação dos LV para NV ocorre somente na baixa vertente (Figura 7), conforme demonstrado por Magalhães *et al.* (2012, 2016). De modo geral, como os sistemas em equilíbrio no Planalto de Foz do Iguaçu são predominantes, isto pode indicar uma momentânea estabilidade da rede hidrográfica, conforme destaca Queiroz Neto (2001, 2010, 2012). Adicionalmente, com o prosseguimento das condições ambientais úmidas, a acentuação da inclinação da vertente e a incisão do talvegue farão com que a transformação lateral avance ao longo da vertente (ÁVILA e CARVALHO, 2012; BOULET *et al.*, 2016). Uma vez que o rebaixamento vertical das superfícies e a incisão dos vales são processos concomitantes à evolução pedogenética, os sistemas de transformação continuarão direcionando à uma pedogênese regressiva, tal como é possível demonstrar a partir de estudos realizados no Oeste do Paraná por Moresco (2007), Magalhães *et al.* (2012), Magalhães (2013), Calegari e Marcolin (2015), Rocha (2016) e Magalhães *et al.* (2016).

De modo geral, o desencadeamento da pedogênese regressiva está relacionada a uma modificação do nível de base regional. Isso aceleraria a elutriação ao longo das vertentes, transformando (da base para o topo da vertente) a cobertura latossólica, com perdas progressivas de argila, convexação e rebaixamento da vertente, conforme pressupõe Queiroz Neto (2001, 2010, 2012). Adicionalmente, observam-se na paisagem as causas desse desequilíbrio nas coberturas pedológicas; por exemplo, evidências geomorfológicas, tais como alterações do nível de base local/regional, estão preservadas na paisagem a partir da existência de cinco (05) patamares topográficos.

Acredita-se que, com a alteração do nível de base, conforme pressupostos de Sparrow (1965), Queiroz Neto (2001; 2010; 2012) e Migoñ (2013b), o desequilíbrio pedológico se instala e o aprofundamento dos vales propicia o encurtamento das vertentes, aumentando a declividade e a convexidade, tal como discutido por Queiroz Neto (2001, 2010, 2012). Com isso, os processos de pedogênese regressiva atuam na transformação das coberturas pedológicas, modelando as vertentes e propiciando o rejuvenescimento dos solos (BOULET *et al.*, 2016; ESPINDOLA; DANIEL, 2008), conforme demonstrado por estudos das paisagens tropicais e subtropicais (LEPSCH *et al.*, 1977; SANTOS, 2000; ZAPAROLI e GASPARETTO, 2010; ESPINDOLA, 2010).

Nesse contexto, mediante ao rejuvenescimento da paisagem, observam-se algumas feições geomorfológicas remanescentes nos Planaltos de São Francisco e Foz do Iguaçu (Figura 7). Essas feições são entendidas como relictos de uma superfície que se estendia de leste para o oeste e se formou às custas do Pediplano 2 (BIGARELLA *et al.*, 1965a).

Uma das causas para o rejuvenescimento da paisagem está relacionada ao escavamento abrupto do *canyon* do rio Paraná, iniciado há 1,66 milhões de anos, segundo aponta Bartorelli (2004), modificando a dinâmica hidrológica da rede de drenagem, a partir da alteração do nível de base regional. A formação do *canyon*, pode ter acelerado a erosão da antiga superfície, enquanto que os tributários se ajustavam ao novo nível de base regional, provocando um intenso entalhamento da rede de drenagem. Intermitente a isso, condições climáticas mais secas durante o Quaternário propiciaram a evolução geomórfica da paisagem, alargando os vales com o recuo das vertentes, conforme propõem Bigarella *et al.* (1965b) para as paisagens subtropicais. Entretanto, a elaboração da paisagem regional pode, também, estar relacionada a um período mais duradouro, ao longo do Cenozóico, conforme comentam Paisani *et al.* (2008) e Riffel *et al.* (2016) sobre a dinâmica evolutiva no Terceiro Planalto Paranaense e Kröhlhing *et al.* (2015) para a região basáltica de Misiones, na Argentina.

Destaca-se que, as superfícies geomórficas identificadas na área do estudo possam ter sua gênese relacionada aos mesmos processos geomórficos, espa-

ciais e temporais que condicionaram a formação das superfícies geomórficas identificadas por Kröhling *et al.* (2011), Kröhling *et al.* (2015), ambos na província de Misiones, e Paisani *et al.* (2008), no sudoeste

do Paraná e noroeste de Santa Catarina. Entretanto, ressalta-se que os autores divergem a respeito dos modelos explicativos para a evolução geomórfica para essas superfícies.

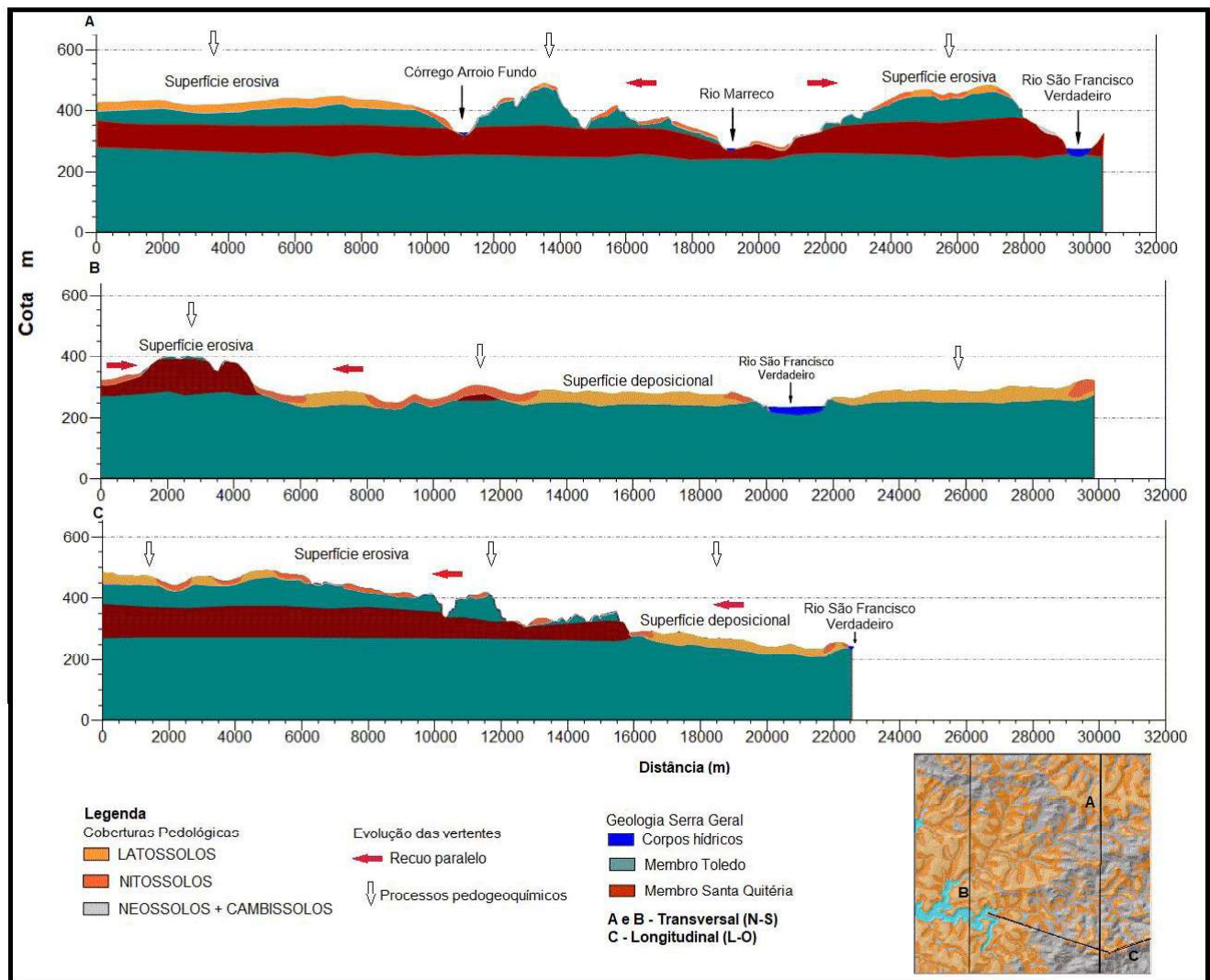


Figura 7 – Representação das formas de relevo e suas respectivas coberturas pedológicas em evolução. A, B e C: destaque para as superfícies erosivas. As setas indicam o recuo paralelo das vertentes e o rebaixamento do relevo.

A partir da identificação dos cinco patamares topográficos, interpreta-se que há uma sobreposição de processos geomórficos, tais como o recuo paralelo das vertentes e intenso intemperismo químico, processos de *etch*, conforme é discutido por vários autores (p. ex., BIGARELLA *et al.*, 1965b; BÜDEL, 1957; KING, 1953; 1956; THOMAS, 1989), preponderantes para a formação das espessas coberturas ferralíticas e rebaixamento do relevo. Entretanto, não se pode desconsiderar a neotectônica ocorrida na elaboração do relevo na Bacia do Paraná (BARTORELLI, 2004), promovendo

a esculturação da paisagem regional com distintos patamares topográficos, relacionados às alterações do nível de base (Figura 8), mediante à ocorrência de alinhamentos e falhas de abrangência regional e de outro lado estruturas de origem atectônica e a morfologia dos derrames basálticos (p. ex.: BARTORELLI, 2004; GUIDICINI; CAMPOS, 1968; LEINZ, 1949; LEINZ *et al.*, 1966; LIMA; BINDA, 2013; LIMA, 2009; MINEROPAR, 2013; SALAMUNI *et al.*, 2002; SOARES *et al.*, 1982; SORDI *et al.*, 2017; WILDNER *et al.*, 2006; ZALÁN *et al.*, 1987).

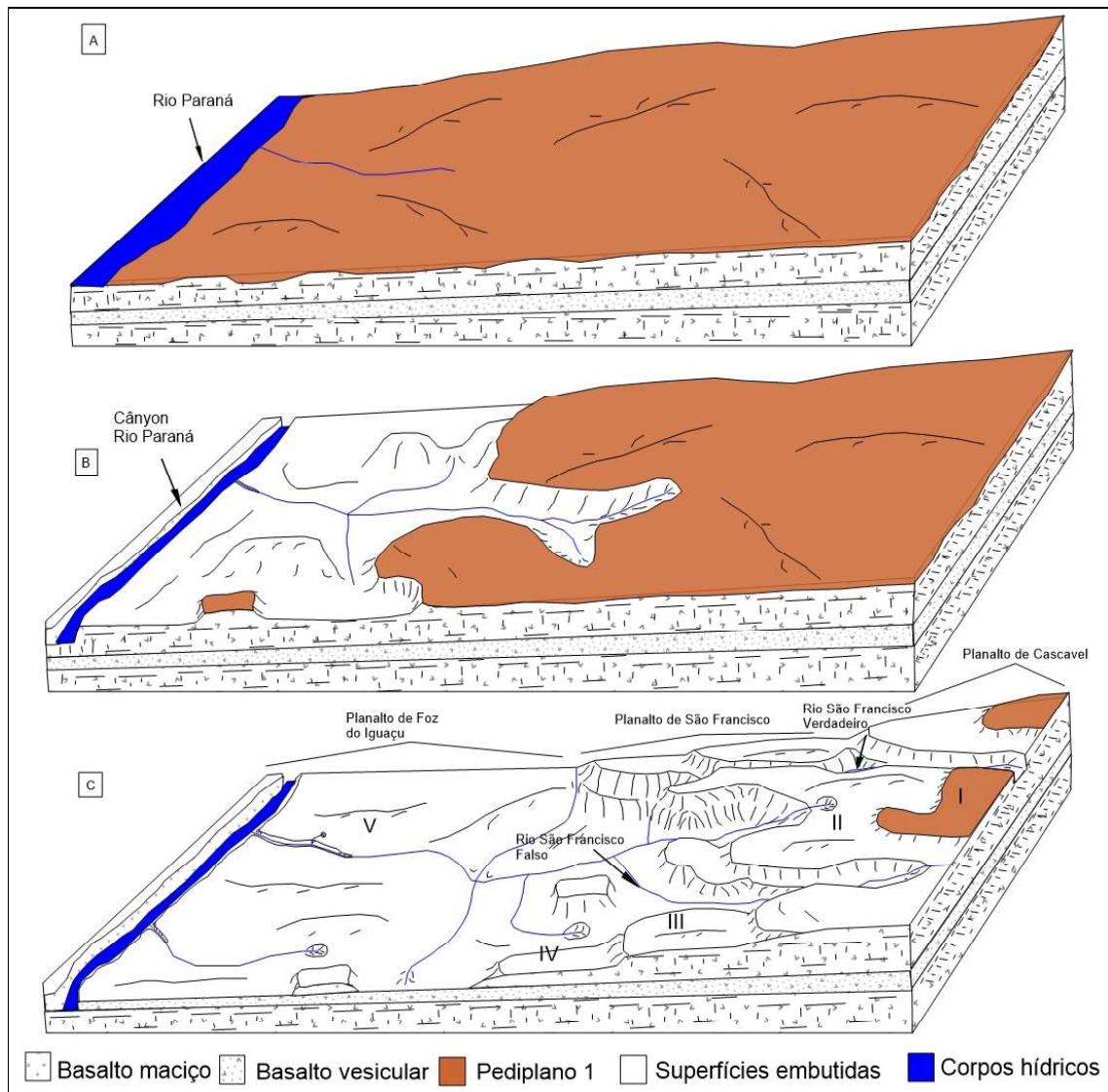


Figura 8 – Evolução hipotética da paisagem da área estudada a partir do entalhe do canyon do rio Paraná. A – Pediplano 1 elaborado a partir do Pediplano 2. B – Aprofundamento do rio Paraná; desenvolvimento da rede de drenagem e intensificação da destruição do Pediplano 1 com a concomitante formação das superfícies geomórficas às margens do rio Paraná. C – Estágio atual com a formação das 5 superfícies geomórficas. Superfície I corresponderia à remanescentes do Pediplano 1.

4. Considerações Finais

O estudo da paisagem a partir de informações sobre a distribuição dos solos e perfis topográficos contribuiu para a identificação de remanescentes de uma antiga superfície erosiva (Planaltos de São Francisco e de Cascavel) que se prolongava em direção ao rio Paraná, na área do estudo. As interpretações deste trabalho é de que houve a regressão até a atual posição do *front* erosivo de São Francisco, deixando feições sobressalentes e superfícies embutidas no planalto transicional de São Francisco, para formar uma nova superfície (Planalto de Foz do Iguaçu). Os setores mais

elevados do Planalto de São Francisco e o Planalto de Cascavel representariam o prolongamento de uma superfície geomórfica regional erosiva, formada a partir da destruição do Pediplano 2. Admite-se a ocorrência de superfícies embutidas, de menor extensão, oriundas do intemperismo diferencial dos derrames basálticos.

Por sua vez, o Planalto de Foz do Iguaçu representaria uma superfície complexa (deposicional e erosional), com remanescentes da superfície original. A ocorrência de patamares topográficos, entendidos como superfícies geomórficas residuais, mantidas por *knick-points*, é uma evidência da instabilidade que acometeu a paisagem regional.

De modo geral, a elaboração da paisagem regional é comandada por processos de intemperismo químico que geram os perfis de alteração. Estes, por vezes, comportam uma cobertura pedológica em estágio de pedogênese regressiva, devido às mudanças no nível de base regional. Estas mudanças promovem o aprofundamento dos canais fluviais, os quais buscam o equilíbrio com o novo nível de base, desde o início do entalhe do *canyon* do rio Paraná. Assim, ao longo das vertentes, a transformação pedológica prossegue, remontantemente, ao mesmo tempo em que ocorre o rebaixamento das coberturas pedológicas e dos mantos de alteração, pois a inclinação dos segmentos de vertente se acentua, modificando a dinâmica geomórfica na vertente e levando à substituição dos Latossolos pelos Nitossolos, principalmente.

Por fim, é necessário avançar nas pesquisas para melhor compreender a ocorrência da pedogênese regressiva, bem como mapear regionalmente os diferentes patamares remanescentes, estruturas tectônicas na paisagem e obter dados cronológicos para temporizar o período de ocorrência desses processos e sua relação com as possíveis variações climáticas que podem ter acometido a área, tendo em vista situar o papel dos processos mecânicos e geoquímicos na esculturação da paisagem.

Agradecimentos

À CAPES, pela concessão de bolsa de mestrado para o primeiro autor e à Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE, pela infraestrutura física disponibilizada. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES)-Código de Financiamento 001.

5. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, F. F. M. O Planalto Basáltico da Bacia do Paraná. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 24, p. 4–34, 1956.

ÁVILA, F. F.; CARVALHO, V. L. M. Morfogênese, pedogênese e etchplanação: Análise integrada dos aspectos geoquímicos, mineralógicos e micromorfológicos dos solos de uma topossequência na Depressão de Gouveia - Serra do Espinhaço - Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 2, p. 223–233, 2012.

BADE, M. R. *et al.* Geomorphological partitioning of Paraná III (Brazil/ Paraguay) hydrological basin. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 5, p. 1370–1383, 2016.

BALLER, L. **Caracterização de perfis longitudinais dos rios nas bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil) e Alto Paraná (Paraguai)**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Marechal Cândido Rondon: UNIOESTE, 2014..

BARTORELLI, A. (2004). Origem das grandes cachoeiras do planalto basáltico da bacia do Paraná: evolução quaternária e geomorfologia. In: MANTESSO-NETO, V. *et al.* (Eds.). **Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. [s.l.] Beca, p. 79–95.

BHERING, S. B. *et al.* **Mapa de Solos do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R.; SILVA, J. X. Pediplanos, Pedimentos e seus Depósitos Correlativos no Brasil. **Boletim Paranaense de Geografia**, v. 16–17, p. 117–153, 1965a.

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R.; SILVA, J. X. Considerações a respeito da evolução das vertentes. **Boletim Paranaense de Geografia**, v. 16–17, p. 85–116, 1965b.

BOULET, R. *et al.* Geoquímica das Paisagens Tropicais: O Papel das Coberturas Pedológicas. **Revista do Instituto Geológico**, v. 37, n. 2, p. 1–23, 2016.

BUI, E. N. Soil survey as a knowledge system. **Geoderma**, v. 120, n. 1–2, p. 17–26, 2004.

BUTT, C. R. M.; LINTERN, M. J.; ANAND, R. R. Evolution of regoliths and landscapes in deeply weathered terrain - implications for geochemical exploration. **Ore Geology Reviews**, v. 16, n. 3–4, p. 167–183, 2000.

CALEGARI, M. R.; MARCOLIN, L. Relação Solo - Paisagem na bacia da Sanga Matilde Cuê, Marechal Cândido Rondon (Pr). **Boletim de Geografia**, v. 32, n. 3, p. 110, 2015.

CAMPOS, M. C. C.; CARDOZO, N. P.; MARQUES JÚNIOR, J. Modelos de Paisagem e sua Utilização em Levantamentos Pedológicos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 1, p. 104–114, 2006.

DIXON, J. C. (2013). Pedogenesis with Respect to Geomorphology. In: SHORODER J.; POPE, G. A. (Ed.). **Treatise on Geomorphology - Weathering and Soils Geomorphology**. San Diego: Elsevier Ltd., v. 4, p. 27–43.

EMBRAPA. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos**

- do Estado do Paraná: Tomo I e II. Curitiba: EMBRAPA - SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984.
- EMBRAPA. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI, 1995.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed. Brasília: EMBRAPA, 2013.
- ESPINDOLA, C. R. A Pedologia e a evolução das Paisagens. **Revista do Instituto Geológico**, v. 31, n. 1/2, p. 67–92, 2010.
- ESPINDOLA, C. R.; DANIEL, L. A. Laterita e solos lateríticos no Brasil. **Boletim técnico da FATC-SP**, v. 24, p. 21–24, 2008.
- FERNANDEZ, O. V. Q.; ROCHA, A. S. DA. Análise Preliminar da Aplicação da Integral Hipsométrica à Caracterização das Unidades de Paisagem na Bacia do Paraná III, Oeste do Paraná. In: **Anais VIII SIMPGeo - As fronteiras da Ciência Geográfica: avanços e possibilidades**. Marechal Cândido Rondon, n. November, p. 497–506, 2016.
- GERRARD, J. Soil geomorphology - present dilemmas and future challenges. **Geomorphology**, v. 7, n. 1–3, p. 61–84, 1993.
- GHIDIN, A. A. *et al.* Toposeqüências de Latossolos originados de rochas basálticas no Paraná. II - relação entre mineralogia da fração argila e propriedades físicas dos solos. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 30, n. 2, p. 307–319, 2006.
- GUIDICINI, G.; CAMPOS, J. DE O. Nota sobre a morfogênese dos derrames basálticos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 17, n. 1, p. 15–28, 1968.
- HALL, G. F. Pedology and Geomorphology. In: WILDING, L.P.; SMECK, N.E.; HALL, G. F. (Ed.). **Pedogenesis and Soil Taxonomy. I. Concepts and Interactions**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1983. p. 117–140.
- HUGGET, R. J. **Fundamentals of Geomorphology**. 2ª ed. New York: Routledge - Taylor & Francis e-Library, 2007.
- IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira: Sistema fitogeográfico; Inventário das formações florestais e campestres; Técnicas e manejo de coleções botânicas; Procedimentos para mapeamentos**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2012, p. 271.
- IBGE. **Manual técnico de pedologia**. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, v. 4, 2015, p. 430.
- JANJAR, C. Variações morfopedológicas da unidade de paisagem de bela vista, município de Marechal Cândido Rondon – PR. **Geografia em Questão**, v. 6, n. 2, p. 221–234, 2013.
- JOHNSON, D. L.; KELLER, E. A.; ROCKWELL, T. K. Dynamic Pedogenesis : New Views on Some Key Soil Concepts , a Model for Interpreting Quaternary Soils. **Quaternary Research**, v. 33, p. 306–319, 1990.
- JOHNSON, D. L.; WATSON-STEGNER, D. Evolution models of pedogenesis. **Soil Science**, v. 143, p. 349–366, 1987.
- KAMP, U.; OWEN, L. A. (2013). Polygenetic Landscapes. In: SHRODER, J.; OWEN, L. A. (Ed.). **Treatise on Geomorphology - Tectonic Geomorphology**. San Diego: Elsevier Ltd., v. 5, p. 370–393.
- KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos**, v. 5, n. 1, p. 17–40, 1998.
- KING, L. C. Canons of Landscape Evolution. **Bulletin of the Geological Society of America**, v. 64, p. 721–752, 1953.
- KRÖHLING, D. *et al.* Palaeosurface analysis on the Cretaceous Basaltic Plateau on the upper rio Uruguay Basin (NE Argentina and Southern Brazil). **Geociências**, v. 30, n. 1, p. 31–46, 2011.
- KRÖHLING, D. *et al.* Las superficies de erosión de la Meseta Basáltica Paranaense en Argentina (Cenozoico). Aplicación de técnicas geomorfométricas. p. 2–5, 2015.
- LEINZ, V. Contribuição à geologia dos derrames basálticos do sul do Brasil. **Geologia**, v. 103, n. 5, p. 1–103, 1949.
- LEINZ, V. *et al.* Sobre o comportamento espacial do trapp basáltico na Bacia do Paraná. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 15, n. 4, p. 81–91, 1966.
- LEPSCH, I. F.; BUOL, S. W.; DANIELS, R. B. Soil-landscape Relationships in the Occidental Plateau of São Paulo State Brazil: I. Geomorphic Surfaces and Soil Mapping Units. **Soil Science Society of America Journal**, v. 41, n. 1, p. 104–115, 1977.
- LIMA, A. G.; BINDA, A. L. Lithologic and structural controls on fluvial knickzones in basalts of the Paraná Basin, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 48, p. 262–270, 2013.
- LIMA, A. G. **Controle geológico e hidráulico na morfologia do perfil longitudinal em rio sobre rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral no Estado do Paraná**. Tese (Doutorado em Geografia). Florianópolis - SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.
- MAGALHÃES, V. L. **Os sistemas pedológicos e a paisagem na bacia da Sanga Clara, Marechal Cândido Rondon - PR**.

- Dissertação (Mestrado em Geografia). Maringá: UEM, 2008.
- MAGALHÃES, V. L. **Gênese e evolução de sistemas pedológicos em unidades de paisagem do município de Marechal Cândido Rondon - PR.** Tese (Doutorado em Geografia). Maringá: UEM, 2013.
- MAGALHÃES, V. L.; CUNHA, J. E.; NÓBREGA, M. T. Caracterização Morfopedológica de Unidades de Paisagem do Extremo Oeste do Paraná. **Perspectiva Geográfica**, v. 11, n. 15, p. 245–253, 2016.
- MAGALHÃES, V. L.; NÓBREGA, M. T.; CUNHA, J. E. Transformações pedológicas no platô de Marechal Cândido Rondon (PR) / Transformation pedological in the Marechal Cândido Rondon (PR) plateau. **Revista Ambiente**, v. 8, n. Especial 1, p. 633–649, 2012.
- MARCOLIN, L. **Caracterização mineralógica e gênese de Latossolo em Marechal Cândido Rondon - PR.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Francisco Beltrão: UNIOESTE, 2015.
- MIGÓN, P. (2013). Weathering and Hillslope Development. In: SHRODER, J.; POPE, G. A. (Ed.). **Treatise on Geomorphology - Weathering and Soils Geomorphology**. San Diego: Elsevier Ltd., v. 4, p. 159–178.
- MILANI, E. J. (2004). Comentários sobre a origem e a evolução tectônica da Bacia do Paraná. In: MANTESSONETO, V. *et al.* (Eds.). **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. [s.l.] Beca, p. 239–265.
- MINEROPAR. **O Grupo Serra Geral no estado do Paraná: mapeamento geológico na escala de 1:250.000 (I e II)**. 1ª ed. Curitiba: Mineropar, 2013. v. 1 e 2
- MORESCO, M. D. **Estudo de paisagem no município de Marechal Cândido Rondon-PR.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Maringá: UEM, 2007.
- OLIVEIRA, D. Capturas fluviais como evidências da evolução do relevo: uma revisão bibliográfica. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 20, p. 37–50, 2010.
- PAISANI, J. C.; PONTELLI, M. E.; ANDRES, J. Superfícies aplainadas em zona morfoclimática subtropical úmida no planalto Basáltico da Bacia do Paraná (sw Paraná/nw Santa Catarina): Primeira aproximação. **Geociências**, v. 27, n. 4, p. 541–553, 2008.
- PARANÁ. **Bacias Hidrográficas do Parana: Série Histórica**. Curitiba: SEMA - Governo do Estado do Paraná, 2013.
- QUEIROZ NETO, J. P. O estudo de formações superficiais no Brasil. **Revista do Instituto Geológico**, v. 22, n. 1/2, p. 65–78, 2001.
- RABASSA, J. Gondwana paleolandscapes: long-term landscape evolution, genesis, distribution and age. **Geociências (São Paulo)**, v. 29, n. 4, p. 541–570, 2010.
- RIFFEL, S. B. *et al.* Goethite (U–Th)/He geochronology and precipitation mechanisms during weathering of basalts. **Chemical Geology**, v. 446, p. 18–32, 2016.
- ROCHA, A. S. **As vertentes características e os sistemas pedológicos como instrumentos de análise para a identificação das fragilidades e potencialidades ambientais na Bacia Hidrográfica do Paraná 3.** Tese (Doutorado em Geografia). Maringá: UEM, 2016..
- ROCHA, A. S.; CUNHA, J. E.; MARTINS, V. M. Relações morfopedológicas nos setores de fundos de vale da bacia hidrográfica do córrego Guavirá, Marechal Cândido Rondon-PR. **Boletim de Geografia**, v. 30, n. 2, p. 99–110, 2012.
- SALAMUNI, R. *et al.* (2002). Parque Nacional do Iguacu, PR - Cataratas de fama mundial. In: SCHOBENHAUS, C. *et al.* (Eds.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. [s.l: s.n.]. p. 313–321.
- SANTOS, L. J. C. *et al.* Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 7, n. 2, p. 3–12, 2006.
- SANTOS, R. D. *et al.* **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 7ª ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.
- SILVA, B. A. **Mapeamento Convencional e Digital de Solos na Folha Topográfica de Marechal Cândido Rondon - PR - Brasil.** Dissertação (Mestrado em Geografia) Marechal Cândido Rondon: UNIOESTE, 2017..
- SILVA, B. A. *et al.* Mapeamento digital de solos e os atributos topográficos das vertentes no Alto Curso da Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Quatro Pontes, PR-Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 4, p. 817–886, 2018.
- SILVA, B. A.; CALEGARI, M. R. Relção morfometria de canal fluvial e os Latossolos na Bacia do Rio São Francisco Verdadeiro (Bacia do Paraná 3) - PR - Brasil. In: **Anais XII Simpósio Nacional de Geomorfologia - SINAGEO**, Crato - CE, 2018.
- SILVA, B. A.; CALEGARI, M. R. Identificação de superfícies geomórficas nas bacias hidrográficas dos rios São Francisco Verdadeiro e São Francisco Falso, Oeste do Paraná. In: **Anais**

XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada - SBGFA, Fortaleza - CE, jun. 2019.

SOARES, P. C. *et al.* Lineamentos em imagens de Landsat e radar e suas implicações no conhecimento tectônico da Bacia do Paraná. In: **Anais Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 143–156, 1982.

SORDI, M. V. DE *et al.* Controle Litoestrutural no desenvolvimento de vales na área do rebordo da Bacia do Paraná no Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, n. 4, p. 671–687, 2017.

SPARROW, B. G. W. A. Soils and landforms. In: **Proceedings of The South African Sugar Technologists' Association**. March, 1965.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. Iguazu Falls: A History of Differential Fluvial Incision. In: MIGÓN, P. (Ed.). **Geomorphological Landscapes of the World**. [s.l.] Springer, 2010. p. 101–109.

SUMMERFIELD, M. A. **Global geomorphology: an introduction to the study of landforms**. New York: Routledge - Taylor & Francis e-Library, 1991.

THOMAS, M. F. The role of etch processes in landform

development II. Etching concepts and formation of relief. **Zeitschrift für Geomorphologie N.F.**, v. 33, n. 3, p. 257–274, 1989.

VIDAL-TORRADO, P. *et al.* Pedogênese em uma seqüência Latossolo-Podzólico na borda de um Platô na Depressão Periférica Paulista. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 23, n. 1, p. 909–921, 1999.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F. Relações material de origem/ solo e pedogênese em uma seqüência de solos predominantemente argilosos e latossólicos sobre psamitos na Depressão Periférica Paulista. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 23, n. 2, p. 357–369, 1999.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. **Tópicos Ci. Solo**. 2005, p. 145–192.

WILDNER, W. *et al.* **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Paraná**. Brasília: CPRM/MINEROPAR, 2006.

ZALÁN, P. V. *et al.* Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná. In: **Anais III Simpósio Sul-brasileiro de Geologia**, p. 441–447, 1987.