

Geologia das Bacias Hidrográficas Paraná III (BHP III) e Piquiri (BHP)⁽¹⁾

Deniz Paulo Ferlin Junior^(2,4), Mauricio Kacharouski⁽²⁾, Verediana Fernanda Cherobim⁽²⁾, Marlon Antonio Debrino⁽²⁾ e Gustavo Ribas Curcio⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho realizado com o apoio financeiro da Embrapa, Governo do Estado do Paraná e Itaipu Binacional. ⁽²⁾ Técnicos, Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento (Faped), Sete Lagoas, MG. ⁽³⁾ Pesquisador, Embrapa Florestas, Colombo, PR. ⁽⁴⁾ denizferlin@gmail.com

Introdução

Rochas eruptivas do Grupo Serra Geral e arenitos do Grupo Caiuá compõem as geologias presentes na área de estudo da *1ª Reunião de correlação e classificação de solos e vegetação fluvial (RCCSVF)*, com amplo predomínio da primeira, enquanto a segunda está restrita à porção Norte. Ambas, com suas respectivas litoestratigrafias, encontram-se inseridas na Bacia Vulcano-Sedimentar do Paraná.

Conforme pormenorizado no capítulo de geomorfologia, há dois ambientes geomorfológicos distintos inerentes à interação das características climáticas e geológicas que atuaram e atuam naquela região: Província Convexada presente nas geologias eruptiva e arenítica e a Província Patamarizada, que ocorre exclusivamente sobre rochas eruptivas.

A presença dessas províncias como arcabouço do desenvolvimento pedogenético favorece condições de elevada singularidade que, por sua vez, determinam maior ou menor potencial frente às diferentes possibilidades de uso.

Bacia Vulcano-Sedimentar do Paraná

Localizada na porção Centro-Leste do continente sul-americano, a Bacia Vulcano-Sedimentar do Paraná (Figura 1) possui área superior a 1,7 milhão de km², dos quais 1,1 milhão estão em território brasileiro (Milani, 1997). Trata-se de uma bacia intracratônica que abriga sucessões sedimentares-magmáticas do Neo-Ordoviciano ao Neocretáceo (Milani, 2004).

A espessura do pacote rochoso contido nesta bacia é muito variável, com aproximadamente 7.900 m. Essa condição sustentada por espesso volume deposicional sedimentar do Paleozoico (Milani, 1997), sucedido por volume menor do pacote eruptivo pertencente ao Grupo Serra Geral (Licht; Arioli, 2018) que, por sua vez, é recoberto por sedimentos deposicionais cretácicos (Milani, 2004).

A evolução da bacia, segundo Milani (1997), é dividida em seis supersequências que têm sua origem no Neo-Ordoviciano com acumulação de sedimentos até o Juro-Cretáceo, quando intensa atividade vulcânica passa a ser manifestada, dando origem ao Grupo Serra Geral. Este processo efusivo ocorreu em meio à permanência de clima árido, o que implicou em intercalações de sedimentos eólicos do deserto Botucatu sob e sobre derrames vulcânicos, concretizando a supersequência Gondwana III. O Grupo Caiuá, uma das litoestratigrafias da supersequência Bauru, ocorreu no Cretáceo, oriundo de sedimentações flúvio-deltaicas, dando origem aos arenitos avermelhados com granulação fina à grossa (Arioli; Licht, 2013).

Grupo Serra Geral

No Paraná, o Supergrupo São Bento, constituinte da Província Ígnea do Paraná, é composto pelo Grupo Serra Geral, o qual se subdivide em Subgrupo Serra Geral Centro-Norte e Subgrupo Serra Geral Sul (Licht; Arioli, 2018), conforme apresentado na Tabela 01.

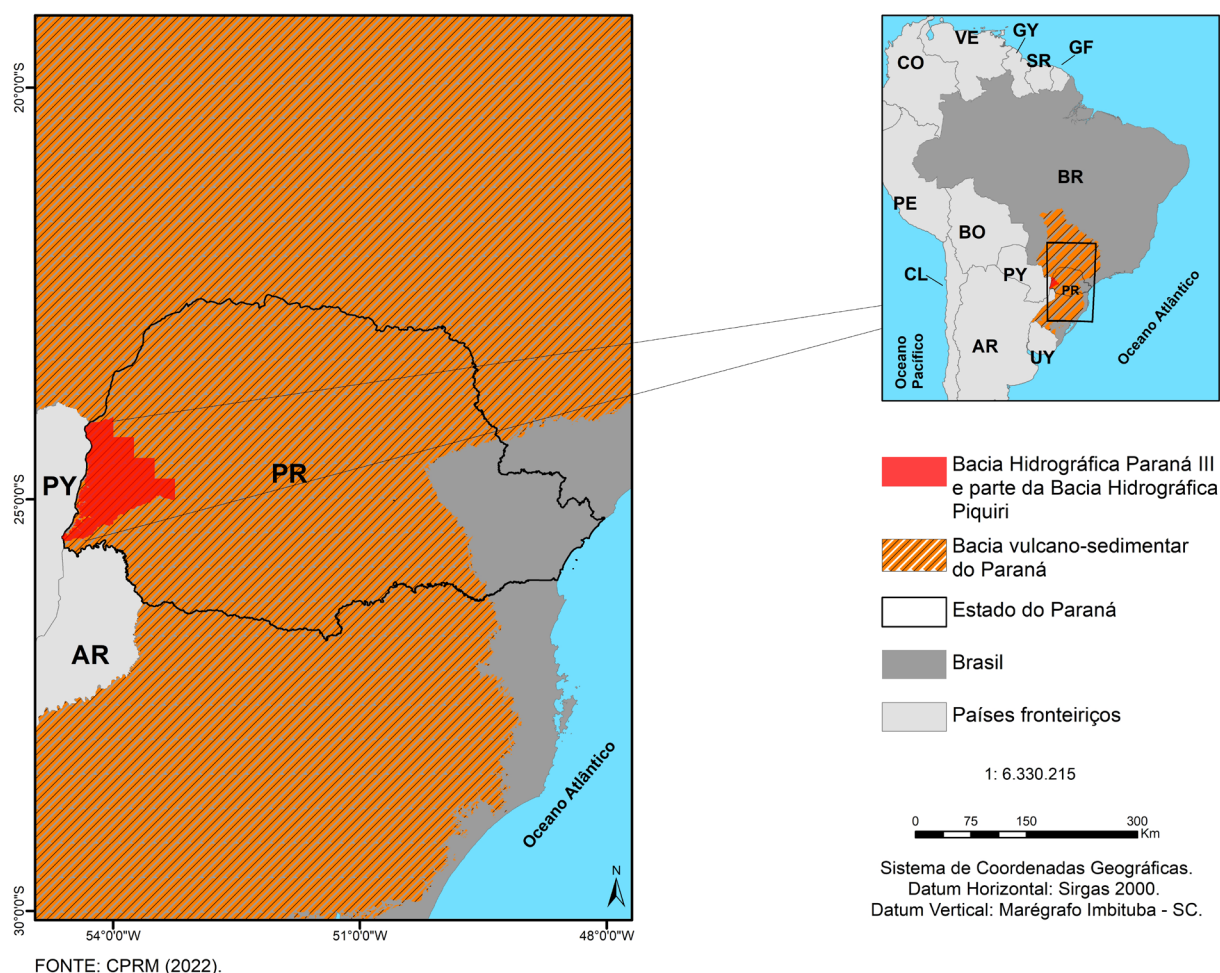


Figura 1. Localização das Bacias Hidrográficas Paraná III e parte da Piquiri (PR) na Bacia Vulcano-Sedimentar do Paraná.

Fonte: CPRM (2022).

Tabela 1. Constituição da Província Ígnea do Paraná e respectivos Supergrupo, Grupo, Subgrupo e Formação, presentes no estado do Paraná.

Supergrupo	Grupo	Subgrupo	Formação
São Bento	Serra Geral	Serra Geral	Paranapanema
		Centro-Norte	Pitanga
		Serra Geral	Palmas
		Sul	Vale do Sol

A litoestratigrafia do grupo Serra Geral Centro-Norte é composta pelas Formações Paranapanema com área de 71.884 km² e Pitanga de 43.891 km² (Licht; Arioli, 2018). Nas áreas de interesse do Projeto Pro-naSolos PR (BHPIII e parte da BHP), as formações Paranapanema e Pitanga abrangem, respectivamente, áreas de 5.264 e 2.697 km² (Figura 1).

A Formação Paranapanema é constituída por derrames de lavas básicas com constantes ocorrências de pegmatitos básicos, todos derrames de basalto e poucos depósitos vulcanoclásticos que diminuem sua ocorrência da base para o topo. Essa formação constitui parte do topo do Subgrupo Serra Geral Centro-Norte (Licht; Arioli, 2018).

Segundo os citados autores, a Formação Pitanga, por sua vez, apresenta derrames de lavas básicas hipohialinas, delgados e lobos do tipo S, depósitos vulcanoclásticos associados e derrames de lavas ácidas do tipo riolito e riolito porfíricos. Essa formação constitui a base do Subgrupo Serra Geral Centro-Norte e grande parte dos solos que dela derivam, na área de interesse da 1ª RCCSVF, possuem trofias elevadas — solos eutróficos.

Complementarmente, Nardy (1995) e Marques e Ernesto (2004) definem que o Grupo Serra Geral apresenta 90% de rochas básicas, 7% de rochas intermediárias e 3% de rochas ácidas. Destaca-se que as amplitudes dos teores de silício em cada tipo de rocha variam conforme os autores (Tabela 2).

Tabela 2. Amplitudes de teores de silício em rochas básicas, intermediárias e ácidas, segundo Nardy (1995) e Melo et al. (2019).

Básicas	Intermediárias	Ácidas	Fonte
50 a 53%	54 a 59%	65 a 72%	Nardy (1995)
45 a 52%	52 a 63%	> 63%	Melo et al. (2019)

As litotipias de rochas básicas comumente apresentam em sua composição fenocristais e, ou microfenocristais (0,2 a 0,5 mm) de augita, pigeonita e plagioclásio (Tabela 3), pequenas proporções de titanomagnetita e raras de olivina, em matriz composta majoritariamente por esses mesmos minerais (Marques; Ernesto, 2004). A composição mineralógica destas rochas é extremamente importante no que diz respeito ao desenvolvimento pedogenético e, portanto, ao procedimento de classificação dos solos (Santos et al., 2018).

Tabela 3. Teores totais de óxidos em basalto, em minerais ferromagnesianos (augita, hornblenda, olivina) e em feldspato (pigeonita).

Óxidos	Rocha ⁽¹⁾	Minerais ⁽²⁾			
	Basalto	Augita	Hornblenda	Olivina	Pigeonita
	(g kg ⁻¹)	(%)			
Fe ₂ O ₃ +FeO	145,2	27,5	14,9	35,7	23,1
CaO	77,7	18,9	12,1	0,04	1,5
MgO	35,7	3,5	13,3	28,5	21,7
K ₂ O	19,9	0,1	0,5	–	0,1
MnO	2,0	0,5	0,6	0,2	0,5

Fonte: ⁽¹⁾ IBGE (1986), ⁽²⁾ Deer et al. (1992).

Dessa forma, sob o ponto de vista do complexo sortivo, de acordo com a composição mineralógica podem ser gerados solos com elevada saturação por bases, além da determinação de texturas argilosas a muito argilosas (Curcio et al., 2011) para as condições climáticas do Paraná. Os autores supracitados afirmam que a fração areia dos solos derivados de rochas eruptivas possui a magnetita como elemento predominante, portanto, com baixa disponibilização nutricional futura. Na ótica de classificação de solos, o caráter férrico, utilizado no terceiro nível hierárquico, considera os teores de óxidos de ferro como herança do material parental (Santos et al., 2018).

Grupo Caiuá

Os arenitos do Grupo Caiuá ocorrem nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul. No Paraná, esse grupo está localizado na região noroeste e ocupa área equivalente a 23.900 km² - 13% da área total do estado (Fumiya et al., 2016). Na área de interesse do Projeto PronaSolos PR, o arenito corresponde a 301 km² na BHP III e 204 km² na BHP (Figura 2).

Devido às suas características litológicas, distribuição geográfica de associações faciológicas e relações estratigráficas, o Grupo Caiuá foi dividido em três formações distintas: Formação Rio Paraná, Formação Goio Erê (reconhecida apenas no Paraná) e Formação Santo Anastácio (Fernandes; Coimbra, 1994). Segundo esses autores, tais formações são características de ambientes desérticos, e distinguem-se por seus ambientes deposicionais, sendo esses: porção central — “sand sea” (Formação Rio Paraná), zona de depósitos eólicos periféricos (Formação Goio Erê) e planícies de lençóis de areia (Formação Santo Anastácio).

A Formação Rio Paraná, única coincidente com a área de interesse do Projeto PronaSolos PR (Besser et al., 2021), tem espessura máxima de 277 m e possui contatos transicionais com as formações Goio Erê

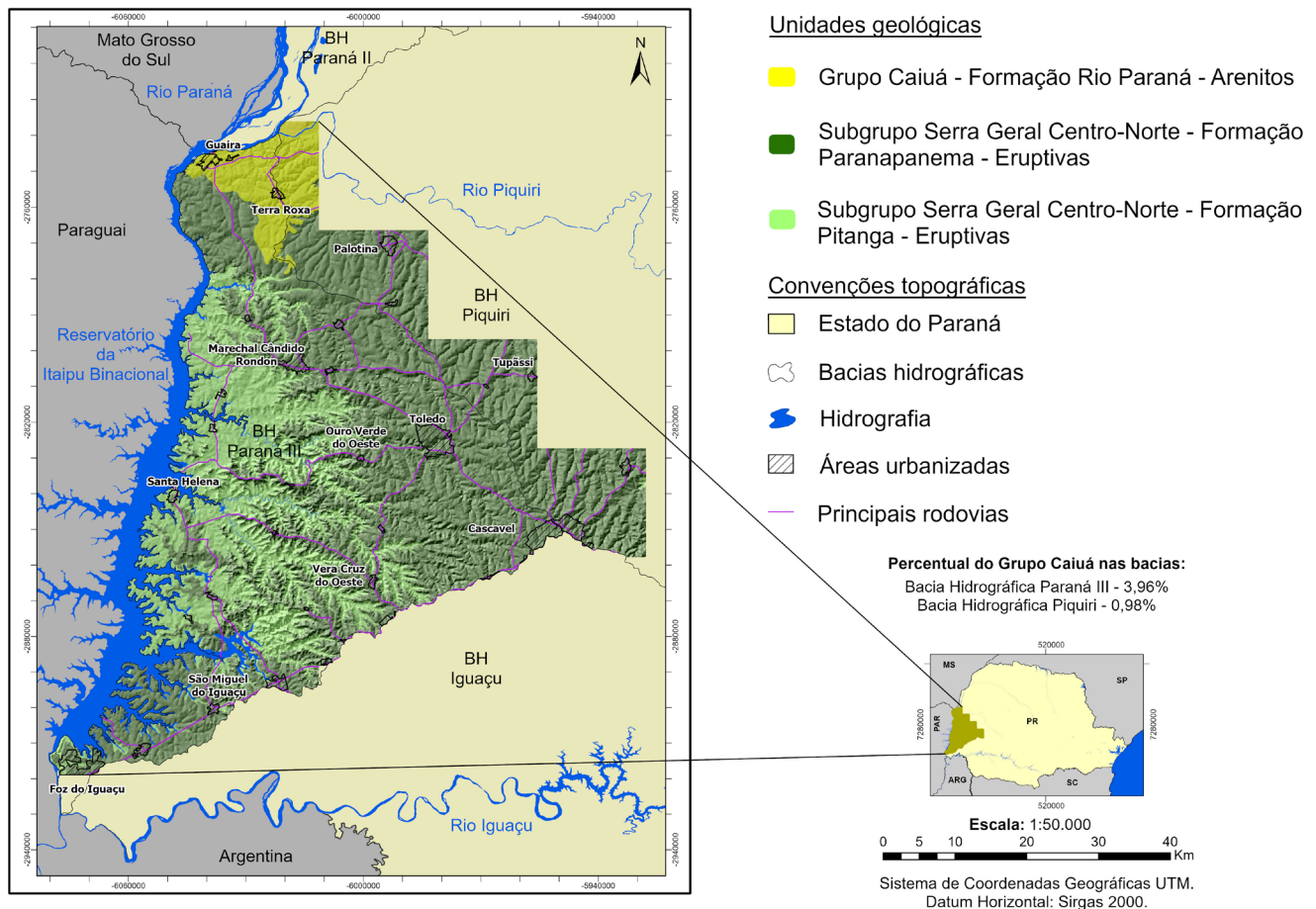


Figura 2. Mapa geológico da Bacia Hidrográfica Paraná III (BHPIII) e parte da Bacia Hidrográfica Piquiri (BHP) com base em atributos de solo.

Fonte: CPRM (2021).

e Santo Anastácio e basal erosivo com a Formação Serra Geral (Fernandes; Coimbra, 1994). Essa formação é constituída por arenitos essencialmente quartzosos, finos a muito finos (raramente médios e grossos), com coloração marrom-avermelhado a arroxeadado, mineralogicamente supermaturos e com estratificação cruzada de médio a grande porte (Fernandes; Coimbra, 1994, 2000). Os autores citam que, de modo geral, o revestimento de poros por argila autigênica (esmectita) resulta no tom cinza-arroxeadado dos arenitos, sendo que a esmectita será substituída por caulinita no processo de intemperismo.

Em relação aos argilominerais presentes nas formações constituintes do Grupo Caiuá, os mais frequentes são a esmectita e a caulinita, sendo que a primeira predomina em subsuperfície, enquanto a segunda, formada por alteração intempérica, é dominante na superfície (Fernandes et al., 1994).

A cimentação das rochas constituintes desse grupo ocorre pela precipitação química de minerais de argila e carbonatos, que adentram os sedimentos e preenchem os espaços vazios existentes na rocha (Fernandes; Coimbra, 1994). Contudo, em razão das grandes espessuras dos solos derivados dessas rochas areníticas (vide artigo *Solos da Bacia Hidrografia Paraná III e parte da Bacia Hidrográfica Piquiri*), conclui-se que a cimentação presente na rocha oferece pouca resistência à frente de intemperismo (Embrapa, 1984).

Estudo realizado por Costa et al. (2020), em amostras de solo do arenito Caiuá nos municípios paranaenses de Tapejara, Mandaguaçu, Cianorte, Inajá, Florai, Rondon, Santa Fé e Alto Paraná, mostrou que os solos apresentam altos teores da fração areia ($83 \pm 6\%$). Além disso, constataram que a mineralogia da fração argila é dominada pela caulinita ($> 80\%$), com presença de óxidos de Fe e Al ($\sim 12\%$) e quantidade ínfima de argilominerais 2:1. O predomínio da caulinita evidenciado pelos autores encontra-se ratificado no artigo *Mineralogia da fração argila e suas relações com o comportamento dos solos da 1ª Reunião de correlação e classificação de solos e vegetação fluvial (RCCSVF)*, da presente obra.

Em função das pesquisas do PronaSolos PR serem subsidiadas por elevado número de amostras de solos (análises químicas, granulométricas, físico-hídricas, difração de Raios X e fluorescência de Raios X), complementadas por grande número de observações morfológicas (estruturais e lupa para identificar

quartzo) e texturais ao tato, foi possível confeccionar um mapa geológico da região supracitada, com ênfase exclusiva aos limites do Arenito Caiuá (Figura 2). Portanto, a proximidade das amostragens pedológicas permitiu registrar com rigor de semidetalhe (1:50.000) a referida estratigrafia, tendo os atributos de solos como parâmetros básicos diferenciais.

Considerações finais

Os atributos geológicos concorrem como primeiros estratificadores ambientais. Contribuem de forma contundente para a compreensão da dinâmica ambiental, especificamente como base estruturante da paisagem, considerando diversas interações em diferentes intensidades com outros elementos tais como: clima, hidrologia, geomorfologia, solos, vegetação, dentre outros. Estes, se analisados criteriosamente, fornecem indicadores para o planejamento, uso e conservação dos recursos naturais, o que determina potencialidades e fragilidades ambientais.

Espera-se que o mapa geológico baseado em atributos pedológicos possa subsidiar ainda mais os técnicos da região, especialmente tendo em foco os novos limites que acusam comportamentos distintos dos solos derivados de rochas eruptivas e de arenito.

Referências

- ARIOLI, E. E.; LICHT, O. A. B. **O Grupo Serra Geral no estado do Paraná**: mapeamento geológico das cartas 1:250.000 de Guaíra, Cascavel, Campo Mourão, Foz do Iguaçu, Guaraniaçu, Guarapuava, Pato Branco e Clevelândia. Curitiba: Mineropar, 2013. 454 p. (v. 1).
- BESSER, M. L.; BRUMATTI, M.; SPISILA, A. L. **Mapa geológico e de recursos minerais do estado do Paraná**. Curitiba: CPRM, 2021. Escala 1:600.000.
- CURCIO, G. R.; GOMES, J. B. V.; BOGNOLA, I. A.; CAVIGLIONE, J. H.; UHLMANN, A.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A. P. **Levantamento semidetalhado de solos e diagnóstico dos remanescentes florestais do município de Cambé**. Londrina: IAPAR, 2011. 147 p.
- COSTA, A. C. S.; SOUZA JUNIOR, I. G.; CANTON, L. C.; GIL, L. G.; FIGUEIREDO, R. Contribution of the chemical and mineralogical properties of sandy-loam tropical soils to the cation exchange capacity. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 44:e0200019, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36783/18069657rbcS20200019>.
- DEER, W. A., HOWIE, R. A.; ZUSSMAN, J. **Minerais constituintes das rochas**: uma introdução. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1992. 696 p.
- EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento de solos do estado do Paraná**. Londrina: Embrapa SNLCS, 1984. 2 tomos (Embrapa/SNLCS. Boletim de pesquisa, 27; IAPAR. Boletim técnico, 16).
- FERNANDES L. A.; COIMBRA, A. M. O Grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 24, p. 164-176, 1994.
- FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, p. 723-734, 2000.
- FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M.; BRANDT NETO, M.; DESENZI, A. L. G. Argilominerais e evolução diagenética do Grupo Caiuá. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 24, p. 90-96, 1994.
- FUMIYA, M. H.; SANTOS, L. J. C.; MANGUEIRA, C. G.; COUTO, E. V. C. Emprego do Índice de Concentração da rugosidade para a identificação de feições morfológicas associadas às crostas ferruginosas no Noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, p. 465-480, 2016.
- IBGE. **Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1986. 796 p. (Levantamento de recursos naturais, 33).
- LICHT, O. A. B.; ARIOLI, E. E. **Mapeamento geológico do Grupo Serra Geral no estado do Paraná**. Curitiba: ITCG, 2018. 316 p. Nota explicativa.
- MARQUES, L. S.; ERNESTO, M. O Magmatismo toleítico da Bacia do Paraná. In: NETO, V. M.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D.; BRITO-NEVES, B. B. de. (coord.). **Geologia do Continente Sul-Americano**: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004. p. 245-263.

MELO, V. F.; CASTILHOS, R. M. V.; PINTO, L. F. S. Reserva mineral do solo. In: MELO V. F. e ALLEONI L. R. F. (ed). **Química e mineralogia do solo**: conceitos básicos e aplicações. Viçosa, MG: SBCS. 2019, p. 251-332.

MILANI, E. J. **Evolução tectono-estratigráfica da bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do gondwana sul-ocidental**. 1997. 255 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MILANI, E. J. Comentários sobre a origem e a evolução tectônica da Bacia do Paraná. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A., CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES B. B. (ed.). **Geologia do continente sul-americano**: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004. p. 265-279.

NARDY, A. J. R. **Geologia e Petrologia do Vulcanismo Mesozóico da Região Central da Bacia do Paraná**. Rio Claro, 1995. 316 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

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. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.