



Caracterização química, física e quimiométrica dos horizontes de um Latossolo – um estudo comparativo entre o campo e o laboratório

Jéssica Bassetto Carra¹ Marcieli Fabris² Larissa Macedo dos Santos Tonial³

07 junho 2017

Resumo – O objetivo deste trabalho foi determinar as características químicas e físicas dos horizontes de um Latossolo, e com o auxílio da quimiometria inferir se as variações nestas características corroboram com as observadas no campo por meio da determinação dos horizontes e classificação deste solo. A análise química permitiu quantificar os macro, micronutrientes, Al_3^+ , pH e matéria orgânica, além de determinar o índice SMP, H+Al, saturação por bases, soma das bases e saturação por alumínio. A análise granulométrica mostrou a distribuição das frações areia, argila e silte ao longo do perfil. Os resultados mostram que as variações químicas e físicas apresentadas pelos horizontes são significativas do ponto de vista estatístico, e assim corroboram com os parâmetros empregados no campo para discriminá-los em diferentes horizontes.

Palavras-chave: Fracionamento físico. HCA. Macronutrientes. Micronutrientes. PCA.

1. INTRODUÇÃO

O solo é uma mistura de materiais formados a partir do processo de intemperismo, onde ocorre a decomposição de rochas e minerais por ação do tempo e agentes climáticos (SODRÉ, LENZI, COSTA, 2001), bem como o local onde são depositadas as sementes para as atividades agrícolas.

Neste contexto, são as condições provenientes desse processo geológico que determinam as variações em algumas características do solo, as quais são indicadores de qualidade e, portanto, de indispensável conhecimento (SENA et al., 2000).

Os fatores químicos e físicos são os empregados por cientistas do solo para inferir sobre a sua ordem,

subordem, grupo, subgrupo, família e série (EMBRAPA, 2006), embora esta se inicie no campo por meio de uma análise visual da cor, estrutura, consistência, plasticidade e pegajosidade para a separação dos seus horizontes.

Dentre os fatores químicos, pode-se citar os macro e micronutrientes, Al_3^+ , pH, matéria orgânica (MO), índice SMP (método utilizado para estimar a quantidade de calcário a se aplicar no solo para corrigir o pH), hidrogênio + alumínio (H+Al), saturação por bases (V%), soma de bases (SB) e saturação por alumínio (Sat. Al).

Quanto aos fatores físicos, destaca-se o estudo da granulometria do solo, uma necessidade para que se

¹ jessicabassettoarra@gmail.com, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Paraná, Brasil.

² marcieli.fabris@gmail.com, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Paraná, Brasil.

³ larissasantos@utfpr.edu.br, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Paraná, Brasil.



possa compreender a distribuição dos sedimentos e fazer inferência sobre o comportamento do solo, tais como a erodibilidade (CAMPOS et al., 2007; MIQUELONI, BUENO, 2011), entre outros fatores.

Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo determinar as características químicas e físicas dos horizontes de um Latossolo, e com o auxílio da Análise de Componentes Principais (PCA, do inglês, *Principal Component Analysis*) e da Análise Hierárquica de Agrupamentos (HCA, do inglês, *Hierarchical Cluster Analysis*), inferir se as variações nestas características corroboram com as observadas no campo por meio da classificação deste solo.

2 METODOLOGIA

As amostras analisadas no presente trabalho foram coletadas no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Polo Regional de Pesquisa de Ponta Grossa, Estado do Paraná. A metodologia empregada seguiu a que frequentemente é adotada para a classificação dos solos. Para isso abriu-se uma trincheira com aproximadamente 1,5 m de profundidade e analisou-se seu perfil, onde foram estabelecidos os horizontes, A1, A2, A3, BA e B, e posteriormente, com o auxílio de uma espátula coletou-se as amostras.

O preparo das amostras consistiu na secagem a temperatura ambiente, em seguida, o solo foi moído em moinho de martelo e então peneirado em peneiras de malha de 2 mm.

A determinação dos macro e micronutrientes, Al_3^+ , pH, MO, índice SMP, H+Al, V%, SB e Sat. Al das amostras de solos, foram realizadas segundo metodologia sugerida por Tedesco et al. (1995).

O fracionamento físico foi realizado segundo o método da pipeta (EMBRAPA, 1997), onde pesou-se 20 g de solo e 20 g de areia e adicionou-se 100 mL de água destilada e 10 mL de hidróxido de sódio (NaOH). Subsequentemente, esta mistura foi colocada no agitador tipo Wagner por 10 horas a 60 rpm. Em seguida, as amostras foram lavadas e separou-se a fração de areia da fração argila+silte, a fração de areia foi levada à estufa (100 °C) enquanto

que a segunda fração foi transferida para uma proveta de 1000 mL, e na sequência deixada em repouso por 4 horas. Decorrido esse tempo, pipetou-se 50 mL da solução em um béquer e esta foi levada a estufa (100 °C).

Os resultados obtidos foram tratados estatisticamente utilizando o software Pirouette versão 4.0 (Infometrix, Seattle, Washington, USA). Exceto os parâmetros Cu, Fe, Zn e Mn, estes não foram analisados estatisticamente, pois apresentaram valores abaixo dos limites de detecção.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se os resultados da análise química (MO, P, Cu, Fe, Zn, Mn, K, Al_3^+ , H+Al, Ca, Mg, pH, o índice SMP, V%, SB e saturação de Al) dos horizontes A (A1, A2 e A3) e B (BA e B), respectivamente.

Tabela 1 – Resultados da análise química para os horizontes A1, A2 e A3

Parâmetros	Unidade de Medida	Horizontes		
		A1	A2	A3
MO	g dm ⁻³	73,71	41,55	29,48
P	mg dm ⁻³	1,32	n.d.	0,05
pH		4,10	4,10	4,40
Índice SMP		5,20	5,20	5,40
K	cmol _c dm ⁻³	0,18	0,13	0,05
Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³	1,67	2,15	1,57
H+Al	cmol _c dm ⁻³	10,15	9,00	7,76
Ca	cmol _c dm ⁻³	1,40	4,90	0,20
Mg	cmol _c dm ⁻³	0,80	n.d.	0,30
SB	cmol _c dm ⁻³	2,38	5,03	0,55
V	%	18,99	35,85	6,62
Sat. Al	%	41,23	29,94	74,06

A partir dos resultados pode-se observar que a MO sofre uma variação gradual ao longo do perfil, sendo o maior valor observado na camada superficial (horizonte A1) e o menor valor observado na camada mais profunda (horizonte B) (Tabelas 1 e 2). Esse resultado corrobora com os observados na literatura (MIRANDA, CANELLAS, NASCIMENTO, 2007; MONTANARI et al., 2010) e é devido a deposição de restos vegetais e animais que se acumulam



preferencialmente na superfície do solo (BATISTA et al., 2014).

Os resultados obtidos indicam baixos valores de P, K, Al_3^+ , Ca e Mg para todos os horizontes. Os teores de Cu, Fe, Zn e Mn apresentaram valores abaixo dos limites de detecção e deste modo não são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 2 – Resultados da análise química para os horizontes BA e B

Parâmetros	Unidade de Medida	Horizontes	
		BA	B
MO	g dm ⁻³	29,48	13,40
P	mg dm ⁻³	0,05	n.d.
pH		4,80	4,70
Índice SMP		5,80	6,20
K	cmol _c dm ⁻³	0,25	0,05
Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³	0,21	0,10
H+Al	cmol _c dm ⁻³	5,76	4,28
Ca	cmol _c dm ⁻³	0,40	0,10
Mg	cmol _c dm ⁻³	0,30	0,60
SB	cmol _c dm ⁻³	0,95	0,75
V	%	14,16	14,91
Sat. Al	%	18,10	11,76

n.d. = não detectável

O pH variou de 4,10 a 4,80, indicando elevada acidez. Contudo é importante ressaltar que as amostras foram coletadas em uma trincheira, área destinada apenas para os estudos de morfologia e gênese do solo, e deste modo não se caracteriza como uma amostra proveniente de uma área submetida a práticas agrícolas, dentre estas de correção da acidez. Resultado similar foi observado para o índice de SMP, o qual variou de 5,20 a 6,20, que segundo Schindwein e Anghinoni (2000) é característico de solos com necessidade de calagem.

A acidez potencial (H+Al) diminui gradualmente ao longo do perfil, corroborando com os resultados encontrados por Montanari et al. (2010), enquanto que a SB variou de 0,55 a 5,03 cmol_c dm⁻³, diferindo dos resultados obtidos pelo mesmo autor, assim como o índice de V% encontrado pelo mesmo que variou de 8 a 51%.

A saturação de Al apresentou valor médio de 35,02%. Esse resultado corrobora com Costa et al. (1999), os quais avaliaram 36 perfis de Latossolos do Paraná e obtiveram após análise uma média de 42,77% de saturação.

De modo geral, alguns dos parâmetros acima avaliados são empregados na caracterização dos solos, a fim de classificá-lo quanto a ordens, subordens, grupos, subgrupos, famílias e séries. Porém, a análise estatística dos mesmos por meio da PCA e HCA permite inferir se os horizontes determinados, além de características de cor, estrutura, consistência, plasticidade e pegajosidade diferentes, são também, do ponto de vista químico significativamente distintos.

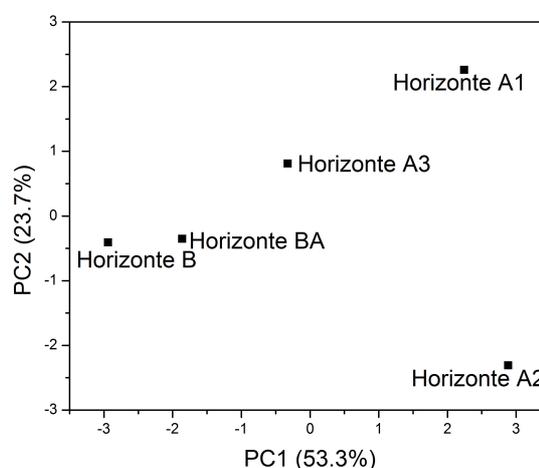


Figura 1 – Gráfico de scores para os parâmetros químicos (MO, P, K, Al_3^+ , H+Al, Ca, Mg, pH, o índice SMP, V%, SB e saturação de Al) referentes aos horizontes A1, A2, A3, BA e B.

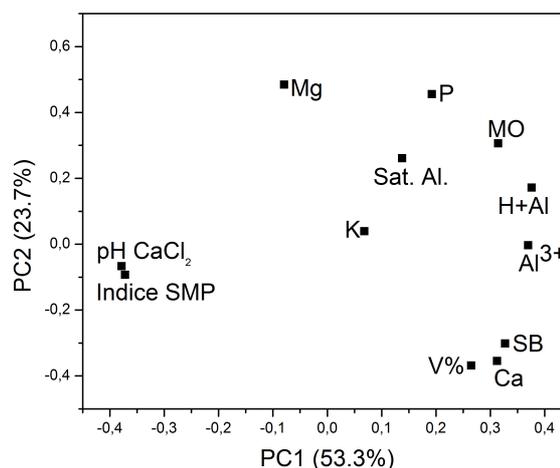


Figura 2 – Gráfico de loadings para os parâmetros químicos (MO, P, K, Al_3^+ , H+Al, Ca, Mg, pH, o índice SMP, V%, SB e saturação de Al) referentes aos horizontes A1, A2, A3, BA e B.

A PCA (scores e loadings) e a HCA obtidas a partir das análises químicas são mostradas nas Figuras 1, 2 e 3, respectivamente.

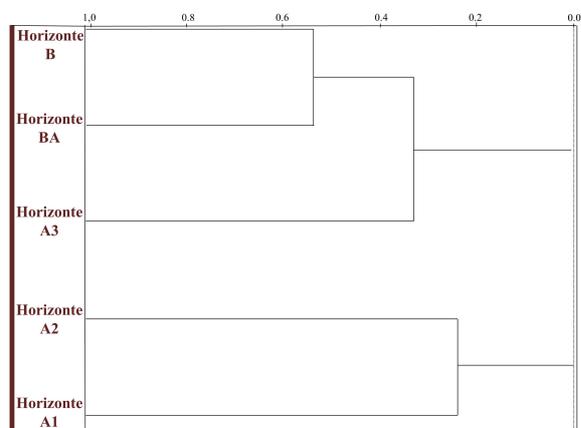


Figura 3 – Dendrograma para os parâmetros químicos (MO, P, K, Al_3^+ , H+Al, Ca, Mg, pH, o índice SMP, V%, SB e saturação de Al) referentes aos horizontes A1, A2, A3, BA e B.

A PCA, caracterizada pela PC1 e a PC2 as quais explicam 53,3 e 23,7% da variedade dos dados, respectivamente, mostra uma clara discriminação entre os horizontes A1, A2, A3, BA e B (Figura 1). O gráfico de *loadings* (Figura 2) permite determinar que o teor de MO e P contribuíram para a classificação do horizonte A1, uma vez que este apresenta teor de MO e P, 32,16 e 1,27 g dm⁻³, maior que o horizonte subsequente. A SB, V% e Ca contribuíram para a classificação do horizonte A2, o qual apresentou os maiores valores para este parâmetro. O maior valor de saturação de Al foi observado para o horizonte A3 e de K para o horizonte BA, e por fim o pH e índice SMP foram responsáveis por caracterizar o horizonte B. A HCA (Figura 3) corrobora com os resultados obtidos na PCA, onde foi possível visualizar a separação entre os horizontes, característico da diferença entre os mesmos. Segundo a HCA os horizontes mais similares são o BA e B, os quais juntamente com o A3 diferem significativamente dos horizontes A1 e A2.

O fracionamento físico foi realizado com o objetivo de quantificar as frações areia, argila e silte, e fornecer informações para a classificação do solo (Tabela 3).

Por meio dos resultados apresentados na Tabela 3 observa-se que este solo apresenta teor de argila uniforme ao longo do perfil, característico dos Latossolos (KER, 1998). A razão silte/argila, permite verificar dados característicos de um horizonte B

latossólico de textura argilosa, conforme resultados apresentados por Ghidin et al. (2006). O teor de areia apresentou um decaimento gradual ao longo do perfil, de 5,2 a 3,4%, enquanto que os valores de silte apresentaram variação, corroborando com os resultados encontrados por Montanari et al. (2010).

A PCA (*scores e loadings*) e a HCA obtidas a partir das análises físicas são mostradas nas Figuras 4, 5 e 6, respectivamente.

Tabela 3 – Resultados do fracionamento físico

Horizontes	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Silte/Argila
A1	5,20	11,80	83,00	0,14
A2	4,30	11,60	84,00	0,14
A3	4,50	10,50	85,00	0,12
BA	3,70	12,60	83,50	0,15
B	3,40	12,60	84,00	0,15

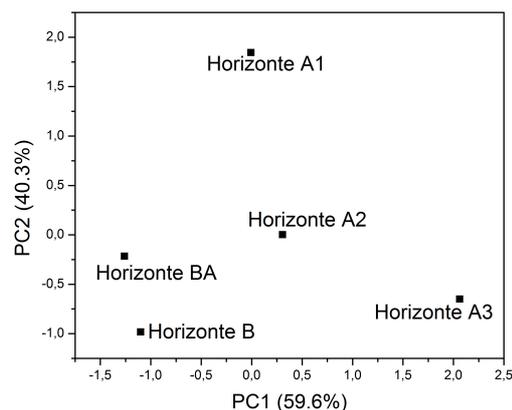


Figura 4 – Gráfico de *scores* para as análises físicas (teor de silte, areia e argila) referentes aos horizontes A1, A2, A3, BA e B.

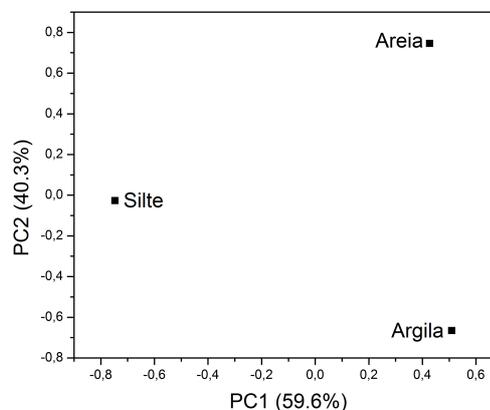


Figura 5 – Gráfico de *loadings* para as análises físicas (teor de silte, areia e argila) referentes aos horizontes A1, A2, A3, BA e B.

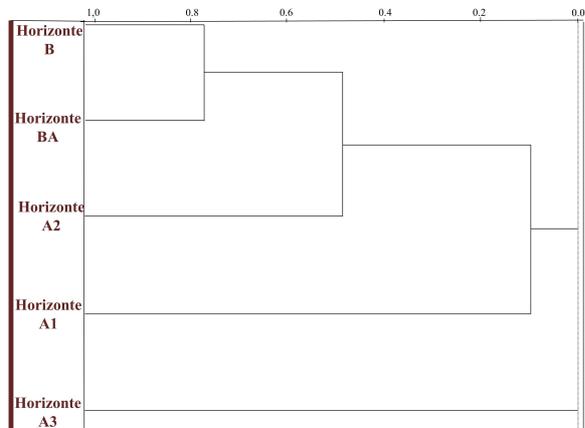


Figura 6 – Dendrograma para as análises físicas referentes aos horizontes A1, A2, A3, BA e B.

A PCA, caracterizada pela PC1 e a PC2 as quais explicam 59,6 e 40,3% da variedade dos dados, respectivamente, mostra uma clara discriminação entre os horizontes A1, A2, A3, BA e B (Figura 4). O gráfico de *loadings* (Figura 5) permite verificar que a fração silte contribuiu para a classificação dos horizontes BA e B, uma vez que estes horizontes apresentaram teores maiores que os demais horizontes. A fração areia contribuiu para a classificação do horizonte A1, o qual apresentou o maior valor para este parâmetro e a fração argila apesar de apresentar-se uniforme ao longo do perfil é ligeiramente maior no horizonte A3, e assim responsável pela separação deste horizonte dos demais. O horizonte A2 apresenta características intermediárias entre as frações argila e silte, apesar de apresentar valores elevados de teor de argila, ele se encontra mais próximo dos horizontes BA e B. Resultados similares foram observados na HCA (Figura 6), onde foi possível visualizar a separação do horizonte A3 dos demais, e que os horizontes que apresentam maior proximidade são BA e B.

A PCA (*scores* e *loadings*) e a HCA obtidas a partir das análises químicas e físicas são mostradas nas Figuras 7, 8 e 9, respectivamente.

A PCA, caracterizada pela PC1 e a PC2 as quais explicam 49,4 e 23,5% da variedade dos dados (Figura 7), respectivamente, corrobora de modo geral com os resultados obtidos por meio das análises

realizadas separadamente (Figuras 1 e 4).

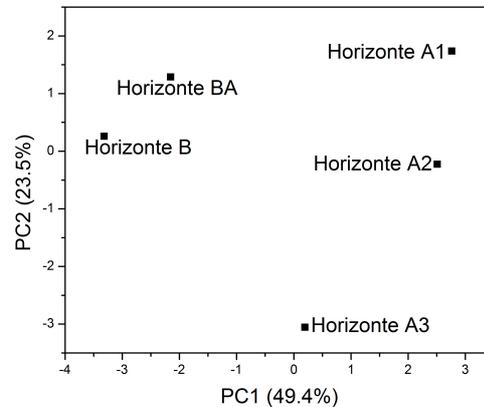


Figura 7 – Gráfico de scores para as análises químicas e físicas referentes aos horizontes A1, A2, A3, BA e B.

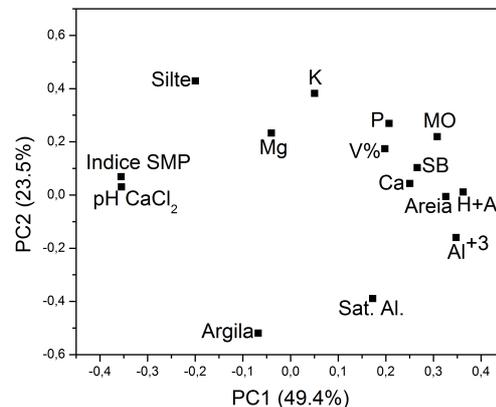


Figura 8 – Gráfico de *loadings* para as análises químicas e físicas referentes aos horizontes A1, A2, A3, BA e B.

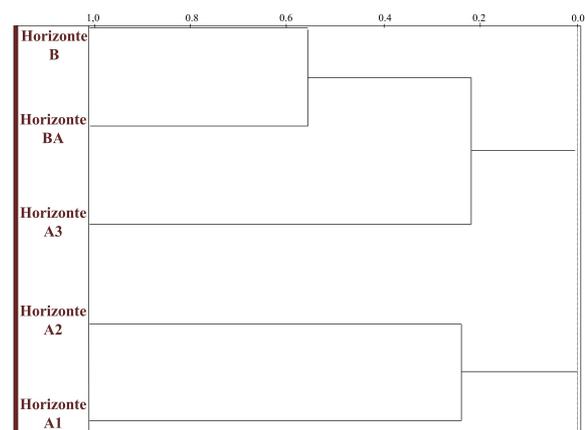


Figura 9 – Dendrograma para as análises químicas e físicas referentes aos horizontes A1, A2, A3, BA e B.

Contudo, o que se observa é que análise estatística dos dados químicos e físicos em conjunto permite a separação do agrupamento dos horizontes A1, A2 e A3, e dos horizontes BA e B, segundo a PC1.



Contudo, a significativa separação do horizonte A3 segundo a PC2 faz com que o mesmo na HCA (Figura 9), apresente-se agrupado aos horizontes BA e B.

De modo geral, os resultados demonstraram que as amostras são distintas química, física e estatisticamente, corroborando com as análises realizadas no campo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostram que as variações químicas e físicas apresentadas pelos horizontes são significativas do ponto de vista estatístico, e que assim corroboram com os parâmetros empregados no campo para discriminá-los em diferentes horizontes.

AGRADECIMENTOS

À UTFPR, CNPq, Fundação Araucária e IAPAR.

REFERÊNCIAS

- BATISTA, Itaynara; CORREIA, Maria Elizabeth Fernandes; PEREIRA, Marcos Gervasi; BIELUCZYK, Wanderlei; SCHIAVO, Jolimar Antonio; ROUWS, Janaína Ribeiro Costa. Frações oxidáveis do carbono orgânico total e macrofauna edáfica em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 797-809, 2014.
- CAMPOS, Milton César Costa; MARQUES JÚNIOR, José; PEREIRA, Gener Tadeu; MONTANARI, Rafael; SIQUEIRA, Diego Silva. Variabilidade espacial da textura de solos de diferentes materiais de origem em Pereira Barreto, SP. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, p.149-157, 2007.
- COSTA, Antonio Carlos Saraiva da; TORINO, Cleonice Aparecida; RAK, João Gilberto. Capacidade de troca catiônica dos colóides orgânicos e inorgânicos de latossolos do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, v. 21, p. 491-496, 1999.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 2006.
- GHIDIN, André Ademir; MELO, Vander de Freitas; LIMA, Valmiqui Costa; LIMA, Jane Maria Jonasson Costa. Toposequências de latossolos originados de rochas basálticas no Paraná. I – Mineralogia da fração argila. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 293-306, 2006.
- KER, João Carlos. Latossolos do Brasil: Uma revisão. **Geonomos**, v. 5, p. 17-40, 1998.
- MIQUELONI, Daniela Popim; BUENO, Célia Regina Paes. Análise multivariada e variabilidade espacial na estimativa da erodibilidade de um argissolo vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 2175-2182, 2011.
- MIRANDA, Cristiana do Couto; CANELLAS, Luciano Pasqualoto; NASCIMENTO, Marcelo Trindade. Caracterização da matéria orgânica do solo em fragmentos de mata atlântica e em plantios abandonados de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 905-916, 2007.
- MONTANARI, Rafael; MARQUES JÚNIOR, José; CAMPOS, Milton César Costa; SOUZA, Zigomar Menezes de; CAMARGO, Livia Arantes. Caracterização mineralógica de latossolos em diferentes feições do relevo na região de Jaboticabal, SP. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 191-199, 2010.
- SCHLINDWEIN, Jairo André; ANGHINONI, Ibanor. Variabilidade horizontal de atributos de fertilidade e amostragem do solo no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 85-91, 2000.
- SENA, Marcelo Martins de; POPPI, Ronei Jesus; FRIGHETTO, Rosa Toyoko Shiraishi; VALARINI, Pedro José. Avaliação do uso de métodos quimiométricos em análise de solos. **Química Nova**, v. 23, p. 547-556, 2000.
- SODRÉ, Fernando Fabriz; LENZI, Ervim; COSTA, Antonio Carlos Saraiva da. Utilização de modelos físico-químicos de adsorção no estudo do comportamento do cobre em solos argilosos. **Química Nova**, v. 24, p. 324-330, 2001.
- TEDESCO, Marino José; GIANELLO, Clésio; BISSANI, Carlos Alberto; BOHNEN, Humberto; VOLKWEISS, Sérgio Jorge. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS,1995.



Chemical, physical and chemometric characterization of Latosol horizons - a comparative study among the field and the laboratory

Jéssica Bassetto Carra⁴ Marcieli Fabris⁵ Larissa Macedo dos Santos Tonial⁶

07 junho 2017

Abstract – The objective of this study was to determine the chemical and physical characteristics of the Latosol horizons, and with the use of chemometric tools to infer whether the variations in these characteristics corroborate those observed in the field by determining the horizons and classification of this soil. Chemical analysis allowed to quantify the macro, micronutrients, Al_3^+ , pH and organic matter, and determine the SMP index, H+Al, base saturation, sum of bases and aluminum saturation. The grain size analysis showed the distribution of fractions sand, clay and silt along the profile. The results show that the chemical and physical variations presented by the horizons are significant, and thus corroborate the parameters used in the field to discriminate against them in different horizons.

Keywords: HCA. Macronutrients. Micronutrients. PCA. Physical fractioning.

Correspondência:

Jéssica Bassetto Carra

Via do Conhecimento, Km 1, Bairro Fraron, 85503-390, Pato Branco, Paraná, Brasil.

Recebido: 29/10/2016

Aprovado: 07/06/2017

Como citar: CARRA, Jéssica Bassetto; FABRIS, Marciéli; SANTOS-TONIAL, Larissa Macedo dos. (NBR 6023) Caracterização química, física e quimiométrica dos horizontes de um Latossolo: um estudo comparativo entre o campo e o laboratório. *Syn. scy. UTFPR*, Pato Branco, v. 12, n. 1, p. 45–51. 2017. ISSN 2316-4689 (Eletrônico). Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/synscy>>. Acesso em: DD mmm. AAAA.

DOI: "registro apenas quando a revista for depositada no portal do PERI"

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença **Creative Commons** Atribuição 4.0 Internacional.

⁴ jessicabassettoarra@gmail.com, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Paraná, Brasil.

⁵ marcieli.fabris@gmail.com, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Paraná, Brasil.

⁶ larissasantos@utfpr.edu.br, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Paraná, Brasil.