



## Mineralogia da fração argila de Latossolos do Rio Grande do Sul<sup>(1)</sup>.

Jessica Souza de Oliveira<sup>(2)</sup>; Catiline Schmitt<sup>(3)</sup>; Vanessa Bertolazi<sup>(4)</sup>; Alberto Vasconcellos Inda<sup>(5)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

<sup>(2)</sup> Estudante de Doutorado em Ciência do Solo; Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Porto Alegre, Rio Grande do Sul; jessica.ufrgs@gmail.com; <sup>(3)</sup> Doutora em Ciência do Solo; UFRGS; Porto Alegre, Rio Grande do Sul; <sup>(4)</sup> Estudante de Doutorado em Ciência do Solo; UFRGS; Porto Alegre, Rio Grande do Sul; <sup>(5)</sup> Professor Associado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia; UFRGS; Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

**RESUMO:** O Rio Grande do Sul está dividido em quatro regiões fisiográficas (Escudo Sul-Rio-Grandense, Depressão Central, Planalto Rio-Grandense e Planície Costeira) nas quais houve interação entre os fatores de formação do solo que definiram as variadas classes de solos, predominando os Latossolos. O objetivo do estudo foi avaliar a composição mineralógica e identificar os minerais predominantes em Latossolos das distintas regiões do estado. Os Latossolos são predominantes na região do Planalto e sobre o basalto como material originário. Os teores de Fe foram altos em comparação aos teores de Feo, caracterizando o alto grau de intemperismo dos solos. A mineralogia da fração argila mostrou a ocorrência de caulinita, micas, argilominerais 2:1 e óxidos de alumínio, assim como de minerais primários e óxidos de titânio. O material de origem basáltico permitiu a diversidade mineralógica e o clima e precipitação foram fatores determinantes no processo. A análise permitiu a separação dos solos em grupos onde predominaram os minerais caulinita, micas, argilominerais 2:1 e gibbsita.

**Termos de indexação:** argilominerais 1:1, gibbsita, material de origem.

### INTRODUÇÃO

O território do Rio Grande do Sul está dividido entre quatro regiões fisiográficas em ordem decrescente de tempo de formação (Holz & De Ros, 2002; Streck et al., 2008): (i) o Escudo Sul-Rio-Grandense apresenta relevo ondulado a forte ondulado, de 100 a 500 m de altitude e é composto por granitos, gnaisses, xistos e quartzitos; (ii) a Depressão Central com relevo suave ondulado a ondulado e altitudes de 40 a 100 m, com deposições de rochas sedimentares, como arenitos, siltitos e argilitos; (iii) o Planalto Rio-Grandense, é constituído por rochas ígneas extrusivas (basaltos e riolitos) e possui relevo plano a suave ondulado entrecortado por escarpas e vales profundos, variando de 100 a 1400 m de altitude; e (iv) a Planície Costeira, com relevo plano a suave ondulado, com menos de 40 m de altitude, sendo a província mais jovem e formada

por sedimentos inconsolidados recentes (areias, siltes e argilas).

Os dados climatológicos (Moreno, 1961; Maluf, 2000) mostram que o RS apresenta chuvas bem distribuídas ao longo do ano, variando de 1.200 a 2.500 mm ano<sup>-1</sup> no sentido sul-norte do estado. A amplitude térmica varia de 0 no inverno e acima de 30 °C no verão. As maiores altitudes ficam nos Campos de Cima da Serra, situada na região Norte do estado, sendo também a mais fria, enquanto que o extremo oeste representa a região mais quente (Camargo et al., 2002).

Essa variação litológica (Holz & De Ros, 2002) e climática (Moreno, 1961), aliada aos demais fatores de formação do solo (Jenny, 1941) foram responsáveis pela variabilidade de classes de solos no estado. Entre os solos identificados pelo Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Sul (Brasil, 1973), a classe predominante se refere à ordem dos Latossolos que ocupam o Planalto Sul-Riograndense, na direção oeste a leste até os Campos de Cima da Serra (Streck et al., 2008).

Em geral os Latossolos são solos bem drenados, profundos, com transição difusa ou gradual entre os horizontes, sendo difícil diferenciá-los visualmente (Embrapa, 2013). São altamente intemperizados e por isso apresentam baixa CTC, pouca reserva de nutrientes, acentuada acidez e toxidez por alumínio nociva às plantas. Tem sua importância agrícola atribuída às propriedades físicas desde que sua fertilidade química seja corrigida e, por isso, aptidão desde para cultivos anuais como para frutíferas e pastagens (Streck et al., 2008).

Dentro da classe dos Latossolos ocorrem quatro subordens, das quais no estado do Rio Grande do Sul são descritos os Latossolos Brunos e os Latossolos Vermelhos (Streck et al., 2008). Em terceiro nível categórico, os Latossolos Brunos são diferenciados entre aluminoférricos e aluminicos; e os Latossolos Vermelhos entre distroférricos, eutroférricos, aluminoférricos e distróicos (Embrapa, 2013).

Considerando a representatividade dessa classe de solos no estado do Rio Grande do Sul, e valendo-se da prerrogativa de que ocorrem variações na



composição mineralógica desses solos, o objetivo deste estudo foi identificar os minerais predominantes na fração argila nas camadas superficiais de perfis de Latossolos coletados em diferentes regiões do estado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O departamento de solos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul possui uma coleção de solos que abrange todo o estado. A coleta dessas amostras foi realizada na década de 1980 e os locais tiveram como base o Levantamento de Reconhecimento de Solos do estado do Rio Grande do Sul (Brasil, 1973). Essas amostras são compostas da camada superficial de 0 a 20 cm. Parte dessas foram coletadas sob vegetação natural de mata e pastagem nativa, das quais foram selecionadas 20 amostras representativas da classe dos Latossolos.

### Preparo das amostras

A partir da fração terra fina seca ao ar (TFSA), foi coletada a fração argila por sedimentação, segundo a Lei de Stokes. A suspensão foi floculada com solução de HCl 1 mol L<sup>-1</sup>, lavada com solução de etanol:água (1:1), secada em estufa a 40 °C e moída em gral de ágata. Após, a fração argila foi desferrificada com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio segundo Mehra e Jackson (1960).

Foram confeccionadas lâminas orientadas com a fração argila desferrificada. Estas foram analisadas em equipamento Bruker-D2-Phaser, com amplitude de varredura de 4 a 50 °2θ. Os minerais foram identificados de acordo com Brindley & Brown (1980).

### Dissoluções seletivas de óxidos de ferro

A quantificação dos teores de Fe foi realizada na fração TFSA, onde o teor relativo à totalidade dos óxidos de ferro pedogênicos (Fed) foi extraído com DCB (Mehra & Jackson, 1960) e o teor relativo aos óxidos de ferro de baixa cristalinidade (Feo) foi extraído por oxalato de amônio (Schwertmann, 1964). Os teores de Fe das extrações foram determinados por espectroscopia de absorção atômica de chama (EAA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras selecionadas situam-se no Norte do estado, justamente sobre as regiões fisiográficas do Planalto Rio-Grandense e Depressão Central. Do total, 16 amostras apresentam basalto e quatro

apresentam arenito como material de origem (Tabela 1).

**Tabela 1** – Grupos minerais, classificação, material de origem e atributos químicos de 20 Latossolos do Rio Grande do Sul.

Grupo	Código	Material de origem	Fe <sub>d</sub> Fe <sub>o</sub>	
			g kg <sup>-1</sup>	
1	LVaf_407	Basalto	78,2	2,3
	LVaf_428	Basalto	96,6	3,0
	LVd1_607	Arenito	35,8	1,1
	LVdf2_655	Basalto	72,0	2,7
	LBaf_757	Basalto	65,7	1,6
2	LVd1_605	Arenito	8,1	0,4
	LVd1_863	Arenito	18,4	1,3
3	LVd2_434	Basalto	54,0	2,2
	LVd2_439	Basalto	15,0	0,5
	LVd2_644	Basalto	23,3	0,9
	LVd2_680	Basalto	29,3	1,2
	LVd1_707	Arenito	18,3	1,0
4	LVd2_395	Basalto	84,3	1,1
	LVdf1_427	Basalto	86,1	1,8
	LVdf1_759	Basalto	83,9	2,0
	LVdf2_766	Basalto	86,6	1,7
	LVdf2_824	Basalto	86,8	1,7
	LVdf2_830	Basalto	86,8	2,0
	LBaf_936	Basalto	86,4	3,4
LVdf1_985	Basalto	103,8	2,4	

LBaf: Latossolo Bruno Aluminoférico típico; LVdf1: Latossolo Vermelho Distroférico húmico; LVdf2: Latossolo Vermelho Distroférico típico; LVaf: Latossolo Vermelho Aluminoférico húmico; LVd1: Latossolo Vermelho Distrófico típico; LVd2: Latossolo Vermelho Distrófico húmico; Fed: teor de ferro relativo aos óxidos de ferro pedogênicos; Feo: teor de ferro relativo aos óxidos de ferro de baixa cristalinidade.

O teor de Fed variou de 8,1 a 103,8 g kg<sup>-1</sup>, com média de 61,0 g kg<sup>-1</sup>, indicando altas concentrações de minerais pedogênicos cristalinos nos Latossolos. Os teores de Feo variaram 0,4 a 3,4 g kg<sup>-1</sup>, com média de 1,7 g kg<sup>-1</sup>. Considerando que são solos de ambientes oxidados, os altos teores de Fed e baixos teores de Feo justificam seu avançado estágio de intemperização (Kämpf, 1997).

A Figura 1 mostra o resultado da análise mineralógica por meio de difratogramas de raios-X (DRX) de quatro solos representativos dos 20 Latossolos avaliados. A fração argila mostrou composição mineralógica variada entre as amostras analisadas, embora caulinita e quartzo tenham sido os minerais identificados em todas as amostras. Ainda, foram identificados minerais primários como feldspatos e micas, além de outros minerais como óxidos de titânio (rutilo).



Das 20 amostras de solos analisadas, cinco (Tabela 1, Grupo 1) apresentaram predomínio de argilominerais 1:1 do tipo caulinita, com reflexos em 0,701, 0,440 e 0,354 nm. Estes solos estão desenvolvidos sobre basalto, exceto o LVdf2\_607, sobre arenito, sendo o que difere quanto à textura arenosa e está localizado na transição entre Planalto e Depressão Central, enquanto que os demais predominam na região Norte do estado. Estudos anteriores em toposequências com Latossolos nessa região do estado (Kämpf, 1971; Kämpf & Klamt, 1978) já haviam constatado que a caulinita é o argilomineral predominante nessa região formada a partir de basalto.

Outras duas amostras (Tabela 1, Grupo 2) apresentaram reflexos em 0,977 nm e 0,491 nm indicando a presença de minerais micáceos. Não é comum encontrar minerais primários em solos em avançado estágio de intemperização, embora Alves et al. (2013) também tenham verificado a ocorrência limitada desses na fração argila de Latossolos subtropicais. Ambas tiveram arenito como material de origem, porém a primeira está localizada na fronteira oeste do Planalto e a segunda no centro do estado, na Depressão Central.

Amostras de cinco Latossolos (Tabela 1, Grupo 3) apresentaram reflexos em ângulos de 1,40 nm que indicam a presença de argilominerais do tipo 2:1 (vermiculitas e/ou esmectitas), que não foram identificados, pois não foram realizados os tratamentos de expansão e contração. Em função do alto grau de intemperismo, esses minerais devem ser do tipo 2:1 HE, que apresentam polímeros hidróxi-Al estruturais, aumentando sua estabilidade ao intemperismo (Karathanasis et al., 1983). Assim como verificado por Kämpf & Klamt (1978), houve a ocorrência de argilominerais do tipo 2:1 em solos localizados no Planalto e sobre basalto como material originário, exceto o LVd1\_707 que se encontra sobre arenito.

As oito amostras restantes (Tabela 1, Grupo 4) mostraram reflexos em 0,478 nm que caracteriza a ocorrência de óxidos de alumínio (gibbsita). Todos os solos são originados sobre basalto e estão na região do Planalto. Ghidin et al. (2006) também concluiu que o material de origem basáltico e a posição do solo na paisagem favoreceu a formação de gibbsita em um LVdf. Além disso, a precipitação intensa favoreceu o processo de alitização que promove a dessilicação do sistema e permanência do alumínio na forma de gibbsita (Melfi & Pedro, 1977).

De modo geral, a mineralogia da fração argila dos Latossolos do RS corroborou com outros estudos em solos subtropicais (Schaefer et al., 2008; Curi & Kämpf, 2012), mostrando predomínio de argilominerais do tipo 1:1 (caulinita), de óxidos de

ferro e de alumínio (gibbsita), associados com menores quantidades de argilominerais 2:1 (vermiculita e/ou esmectitas).

## CONCLUSÕES

A mineralogia nos Latossolos do Rio Grande do Sul é composta, predominantemente, por argilominerais 1:1, como a caulinita, e minerais primários como o quartzo e feldspatos.

Há ocorrências de argilominerais 2:1 podendo estes ser do tipo vermiculita e/ou esmectitas, e/ou também micas. Tratamentos específicos seriam necessários para identificar esses minerais.

A variação dos tipos minerais nos Latossolos permitiu sua divisão em quatro grupos de minerais predominantes: Grupo i: solos com argilominerais 1:1 exclusivamente (caulinita); Grupo ii: solos com minerais primários (micas) e caulinita; Grupo iii: solos com argilominerais 2:1 (vermiculita e/ou esmectita) e caulinita; e Grupo iv: solos com óxidos de alumínio (gibbsita) e caulinita.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo auxílio técnico, científico e financeiro.

## REFERÊNCIAS

ALVES, M.J.F.; MELO, V.de F.; REISSMANN, C.B.; KASEKER, J.F. Reserva mineral de potássio em Latossolo cultivado com *Pinus taeda* L. Revista. Brasileira de Ciência do. Solo, 37:1599-1610, 2013.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento de reconhecimento dos solos do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. 431p. (Boletim técnico, 30).

BRINDLEY, G.W.; BROWN, G. Crystal structures of clay minerals and their X ray identification. London: Mineralogical Society, 1980. 495p.

CAMARGO, O. A. et al. Rio Grande do Sul: atlas eólico. Porto Alegre: SEMC, 2002. 70 p.

CURI, N.; KÄMPF, N. Caracterização do solo. In: KER, J. C. et al. (Eds.). Pedologia: fundamentos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. 1 v. p.147-170.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solo. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013. 353p.

GHIDIN, A.A.; MELO, V. de F.; LIMA, V.C.; LIMA, J.M.J.C. Toposequências de Latossolos originados de rochas basálticas no Paraná: I - mineralogia da fração argila. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 3(2):293-306, 2006.

HOLZ, M.; DE ROS, L. F. Geologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CIGO-UFRGS, 2000. 444 p.

JENNY, H. Factors of Soil Formation: a system of quantitative pedology. New York: MacGraw Hill, 1941, 281p.

KÄMPF, N. Ferro em Latossolo: métodos e estudos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 6., Salvador, 1997. Palestra... Salvador: Sociedade Brasileira de Geoquímica, 1997.

KÄMPF, N.; KLAMT, E. Mineralogia e gênese de Latossolos (Oxisols) e solos podzólicos da região nordeste do Planalto Sul-Riograndense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2(1): 68-78, 1978.

KARATHANASIS, A.D.; ADAMS, F.; HAJEK, B.F. Stability relationship in kaolinite, Gibbsite, and Al-hydroxyinterlayered Vermiculite soil systems. *Soil Science Society of America Journal*, 47:1247-1251, 1983.

MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 8 (1):141-150, 2000.

MEHRA, O. P.; JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Proceedings Clays and Clay Minerals Conference*, 7:317-327, 1960.

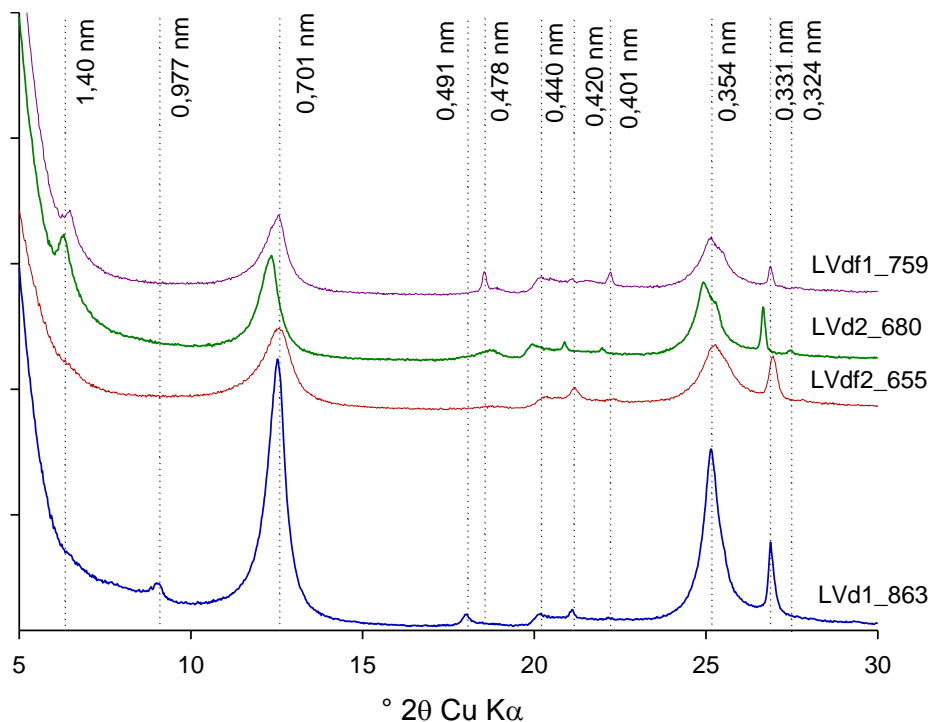
MELFI, A. J.; PEDRO, G. Estudo geoquímico dos solos e formações superficiais do Brasil: caracterização e repartição dos principais tipos de evolução geoquímica. *Revista Brasileira de Geociências*, 7:271-286, 1977.

MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 38p.

SCHAEFER, C. E. G. R.; FABRIS, J. D.; KER, J. C. Minerals in the clay fraction of Brazilian Latosols (Oxisols): a review. *Clay Minerals*, 43(1):137-154, 2008.

STRECK, E. A. et al. Solos do Rio Grande do Sul. 2. ed. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222 p.

SCHWERTMANN, U. Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch extraktion mit ammoniumoxalat-lösung. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 105(3):194-202, 1964.



**Figura 1** Difratomogramas de raios-X de quatro Latossolos do Rio Grande do Sul com a identificação dos minerais 2:1 argilominerais vermiculita e/ou esmectitas (1,40 nm); micas (0,977 nm e 0,491 nm); caulinita (0,701 nm, 0,440 nm e 0,354 nm); gibbsita (0,478 nm); feldspato (0,420 nm e 0,401 nm); quartzo (0,331 nm); e rutilo (0,324 nm).