



Intemperismo químico de solos derivados de rocha magmática no Rio Grande do Sul⁽¹⁾.

Israel Rosa Machado⁽²⁾; Vanessa Thoma Bertolazi^(3,5); Jéssica Souza de Oliveira⁽³⁾; Estéfane Chaves⁽³⁾; Alberto Vasconcellos Inda⁽⁴⁾; Laurent Caner⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES);

⁽²⁾ Estudante de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo; Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Porto Alegre, RS; israel-mac@hotmail.com; ⁽³⁾ Universidade Federal do Rio Grande do Sul; ⁽⁴⁾ Professor associado do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; ⁽⁵⁾ Université de Poitiers; Poitiers, França.

RESUMO: O intemperismo de rochas é um fenômeno importante para a formação do saprolito e dos solos, o qual influencia, por exemplo, na fertilidade natural dos solos, possuindo implicações na agricultura. O objetivo deste trabalho foi verificar, através de atributos químicos e mineralógicos do solo, diferentes intensidades de intemperismo em materiais de origem semelhantes localizados em dois locais, São Borja e Taquara (RS). Os dois solos apresentaram atributos químicos semelhantes. A mineralogia das rochas nos dois locais foi semelhante, diferentemente da mineralogia dos horizontes dos solos. Materiais de origem semelhantes influenciam na semelhança dos atributos químicos dos solos. Ambientes de alteração distintos resultam em diferenciação da mineralogia dos solos, denotando intensidades de intemperismo distintas.

Termos de indexação: basalto, mineralogia, área superficial específica.

INTRODUÇÃO

O intemperismo é um conjunto de processos físicos, químicos e biológicos que transforma as rochas e seus minerais em produtos em equilíbrio dinâmico com as condições do ambiente. Este fenômeno é especialmente importante em dois processos de dinâmica externa do globo: a formação de rochas sedimentares e a gênese de solos. Assim, ele relaciona-se diretamente com diversas características dos saprólitos e dos solos, influenciando, por exemplo, na fertilidade natural dos solos através do suprimento de nutrientes e, conseqüentemente, na produtividade das culturas e na ciclagem global do carbono de compostos orgânicos (Kämpf et al., 2009; Fontes, 2012).

Os processos de formação do solo são fortemente afetados pelo clima, principalmente pela quantidade de chuvas e pela temperatura. Além deste, o relevo é outro fator que exerce efeitos diretos nos processos de formação do solo e efeitos indiretos por sua influência em outros fatores

ambientais como clima e hidrologia (Kämpf & Curi, 2012).

Desta forma, o intemperismo é um fenômeno com implicações na agricultura, mineração e ciências ambientais e, portanto, merece ser bem compreendido nos mais diversos ambientes (Fontes, 2012).

O objetivo deste trabalho foi verificar, através de atributos químicos e mineralógicos do solo, diferentes intensidades de intemperismo em dois solos formados a partir de materiais de origem semelhantes localizados em regiões com clima e relevo distintos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em dois perfis de solos localizados nos municípios de São Borja (Perfil São Borja) e Taquara (Perfil Taquara), no Estado do Rio Grande do Sul, ambos tendo como material de origem o basalto. O Perfil de solo em São Borja situa-se em uma área de campo nativo, sem histórico de uso agrícola, enquanto que o Perfil de solo em Taquara localiza-se em corte de estrada da Rodovia RS 020 no terço superior de uma coxilha, em uma área de florestamento com *Pinus* sp.

Os perfis de solos foram descritos de acordo com Santos *et al.* (2005) e classificados como Vertissolo Ebânico (São Borja) e Chernossolo Háptico (Taquara). Amostras deformadas dos horizontes pedogenéticos foram coletadas, secas ao ar, destorroadas e tamisadas em peneira com malha 2 mm, obtendo-se a fração terra fina seca ao ar (TFSA).

A área superficial específica (ASE) da TFSA foi estimada por adsorção de água em atmosfera de UR=20% (Quirk, 1955).

Os elementos Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e Na⁺ foram extraídos com solução de KCl 1 mol L⁻¹, sendo quantificados através de ICP (espectrofotômetro de emissão óptica). Para quantificação de P e K a extração foi realizada por Mehlich-1, sendo o fósforo determinado em espectrofotômetro de absorção



(colorímetro) e o K em ICP. Os teores de H+Al foram determinados por meio do pH de equilíbrio do solo com a solução SMP, e quantificados através de uma equação (Tedesco, 1995). A partir destes dados foram calculados: capacidade de troca de cátions ($CTC_{pH\ 7,0}$), soma de bases (S), saturação por alumínio (Al%) e saturação por bases (V%).

Em amostras de TFSA dos perfis de alteração, o ferro e alumínio relativos à totalidade dos óxidos de Fe e Al pedogênicos (Fed e Ald) foram extraídos com solução de ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB) a 80°C (Inda Junior & Kämpf, 2003). O Fe e Al referentes aos óxidos de Fe e Al de baixa cristalinidade (Feo e Alo) foram extraídos com solução de oxalato de amônio (OA) 0,2 mol L⁻¹ a pH 3 no escuro (Schwertmann, 1964). Nos extratos, foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica os teores de Fed, Feo, Ald e Alo.

Para as análises mineralógicas, foram confeccionadas lâminas de rocha moída e da fração TFSA, as quais foram analisadas por difratometria de raios X (DRX) em aparelho Bruker D8 Phaser.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos estudados apresentaram ASE semelhante, com valores máximos de 118,9 e 102,7 m² g⁻¹ nos horizontes B do Vertissolo e do Chernossolo, respectivamente. A ligeira superioridade da ASE nos horizontes do Vertissolo pode estar associada à presença de argilominerais 2:1 expansíveis abundantes neste solo.

Tabela 1 – Área superficial específica (ASE) dos horizontes dos perfis São Borja e Taquara.

Horizontes	ASE (m ² g ⁻¹)	
	Perfil São Borja	Perfil Taquara
A	79,3	78,4
B	118,9	102,7
C	117,8	92,5
SAP 1	-	49,9
SAP 2	-	47,9

O Vertissolo apresentou um aumento gradativo do pH do solo do horizonte A em direção ao horizonte C, atingindo valores de até 7,8 neste horizonte (Tabela 4). Este solo apresentou os mais altos níveis de Ca, possivelmente relacionados à presença de carbonatos ao longo do perfil. Da mesma forma, observam-se os maiores valores para a saturação por bases e CTC, o que pode ser associado à presença de minerais 2:1.

Os atributos químicos do Chernossolo se assemelharam aos do Vertissolo, com pH elevado e

CTC apresentando gradativo aumento em direção ao horizonte C. Entretanto, os teores de P no Chernossolo foram baixos nos horizontes A e B e alto no horizonte C, enquanto que no Vertissolo foram altos em todos os horizontes. Os altos teores de P estão possivelmente relacionados com a composição mineralógica do material de origem, enquanto que os baixos teores nos horizontes superficiais do Chernossolo indicam uma situação de intemperismo mais intenso.

Os teores de carbono orgânico total (COT) foram maiores no Vertissolo, o que pode ser explicado pela maior fertilidade deste solo e também pelo uso da área com campo nativo, em comparação com o florestamento de *Pinus* sp, que tem baixa taxa de decomposição das acículas, reduzindo o aporte de COT. Em estudo realizado na região dos Campos de Cima da Serra, RS, Tomasi et al. (2012) também encontraram teores de COT em área de campo nativo superiores aos de áreas de florestamento com *Pinus* sp.

A relação Feo/Fed, utilizada como índice de cristalinidade dos óxidos de ferro, foi maior nos horizontes do Vertissolo, indicando menor cristalinidade dos óxidos de ferro nesse solo.

Tabela 2 – Teores de ferro e alumínio pedogênico extraídos por solução DCB e OA.

Hor.	Fed	Feo	Ald	Alo	Feo/Fed	Ald/ (Ald+Fed)
g kg ⁻¹						
Perfil São Borja						
A	12,28	4,79	3,09	2,0	0,39	0,20
B	17,58	5,14	2,08	2,3	0,29	0,10
C	37,96	4,85	3,09	2,0	0,13	0,03
Perfil Taquara						
A	85,82	29,09	8,85	3,5	0,34	0,09
B	43,91	6,33	7,56	3,8	0,14	0,15
C	24,36	2,66	2,38	1,5	0,11	0,09
S1	14,27	0,94	1,09	0,6	0,06	0,07
S2	10,81	0,63	0,97	0,5	0,06	0,08

Hor.=horizonte; Fed e Feo= ferro extraído por DCB e por OA, respectivamente; Ald e Alo=alumínio extraído por DCB e OA, respectivamente.

A relação Ald/(Ald+Fed) indica a substituição de Fe por Al nos óxidos de ferro e foi maior no horizonte A do Vertissolo. Normalmente uma substituição mais expressiva é observada na camada superficial, onde o ambiente condiciona um maior grau de intemperização. No Chernossolo os óxidos de ferro apresentaram uma substituição por alumínio baixa a média, indicativa de grau de intemperização intermediário como no Vertissolo.

Nos difratogramas das rochas (Figura 1) foram identificados os principais reflexos, os quais foram semelhantes nos dois perfis, destacando-se a



presença de Feldspatos (0,646, 0,386 e 0,252 nm), Plagioclásios (0,404, 0,376, 0,321 e 0,318 nm) e argilominerais 2:1, provavelmente de Esmectita (1,514 nm).

Os principais reflexos observados para a fração TFSA Vertissolo (Figura 1) foram os mesmos da rocha deste perfil, somados a reflexos de Quartzo (0,425 e 0,334 nm) e Ilmenita (0,274 nm). Os reflexos referentes aos Feldspatos, Plagioclásios e Esmectita observados na fração TFSA são remanescentes da presença desses minerais na rocha, de modo que esses reflexos apresentam maior intensidade no horizonte C, diminuindo em direção ao horizonte A, sinalizando alteração em função da mudança de ambiente, própria da camada mais próxima à superfície, a qual propicia maior condição de instabilidade e por consequência, maior alteração dos minerais.

Na fração TFSA Chernossolo (Figura 1) observa-se reflexos que correspondem a minerais 2:1 (1,491 nm), Caulinita (0,727 nm), Feldspatos (0,376 nm), Quartzo (0,334 nm) e Plagioclásios (0,318 nm). A presença dos reflexos referentes aos argilominerais 2:1 e Caulinita nas camadas saprolíticas (Sap 1 e 2) indicam que mesmo em camadas muito próximas da rocha já é possível verificar sinais de alteração. Os reflexos relativos aos minerais 2:1 apresentam notadamente grande intensidade nas camadas mais profundas (Sap 1 e 2 e horizonte C), diminuindo significativamente em direção aos horizontes superficiais.

CONCLUSÕES

A semelhança entre os atributos químicos dos dois solos evidencia uma semelhança no material de origem destes solos.

Há semelhança entre a mineralogia das rochas nos dois locais, diferentemente da mineralogia dos horizontes dos solos, em razão de condições de alteração distintas.

Baixas taxas de fluxo de água influenciadas pelo relevo determinam menor intemperização dos minerais no Vertissolo, resultando em mineralogia distinta da encontrada no Chernossolo.

A semelhança entre os solos em relação a seus atributos químicos é explicada pela semelhança entre os materiais de origem, entretanto as ligeiras diferenças na mineralogia se devem a ambientes de alteração distintos, denotando diferentes intensidades de intemperismo.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

(CAPES) pela concessão das bolsas de estudo dos autores.

REFERÊNCIAS

FONTES, M. P. F. Intemperismo de rochas e minerais. In: KER, J. C. et al., eds. *Pedologia*. 1.ed. Viçosa: SBCS, 2012. p. 171-206.

INDA JUNIOR, A. V. & KÄMPF, N. Avaliação de procedimentos de extração dos óxidos de ferro pedogênicos com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:1139-1147, 2003.

KÄMPF, N. Intemperismo e ocorrência de minerais no ambiente do solo. In: MELO, V, F. & ALLEONI, L. R. F., eds. *Química e mineralogia dos solos*. 1.ed. Viçosa: SBCS, 2009. p. 333-379.

KÄMPF, N. & CURTI, N. Formação e evolução do solo (pedogênese). In: KER, J. C. et al., eds. *Pedologia*. 1.ed. Viçosa: SBCS, 2012. p. 207-302.

QUIRK, J. P. Significance of surface areas calculated from water vapour sorption isotherms by the use of the BET equation. *Soil Science*, 80: 423-430, 1955.

SANTOS, H.G. dos. et al. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SCHWERTMANN, U. Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch Extraction mit Ammoniumoxalat-Lösung. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 105: 194-202, 1964.

TEDESCO, M. J. et al. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

TOMASI, C. A. et al. Atributos químicos e área superficial específica em Latossolo subtropical de altitude sob usos e manejos distintos. *Ciência Rural*, 42: 2172-2179, 2012.

Tabela 4 – Atributos químicos dos perfis São Borja e Taquara.

Hor.	pH água (1:2,5)	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	S	CTC	P	V	m	COT
		----- cmol _c kg ⁻¹ -----							mg kg ⁻¹	----- % -----			
Perfil São Borja													
A	5,9	0,3	16,8	6,2	0,18	0,20	1,5	23,4	24,9	42,2	94	1	3,70
B	7,3	0	18,8	6,5	0,40	0,11	0,8	25,8	26,6	39,6	97	0	1,40
C	7,8	0	21,4	6,4	0,44	0,07	0,9	28,3	29,2	87,8	97	0	0,51
Perfil Taquara													
A	5,9	0	7,4	4,0	0,11	0,14	5,1	11,7	16,8	5,4	70	0	3,00
B	5,7	0	7,1	6,1	0,26	0,14	3,7	13,6	17,3	5,0	79	0	0,46
C	6,7	0	9,0	7,7	0,30	0,11	1,2	17,1	18,3	89,6	93	0	0,38
S1	7,0	0	8,7	5,4	0,21	0,04	0,5	14,4	14,9	146,7	97	0	0,67
S2	7,1	0	9,5	5,5	0,34	0,04	0,4	15,4	15,8	205,7	97	0	0,15

Hor.=horizonte; pH água=pH em água; S=soma de bases; V=saturação por bases; m=saturação por alumínio; COT=carbono orgânico total.

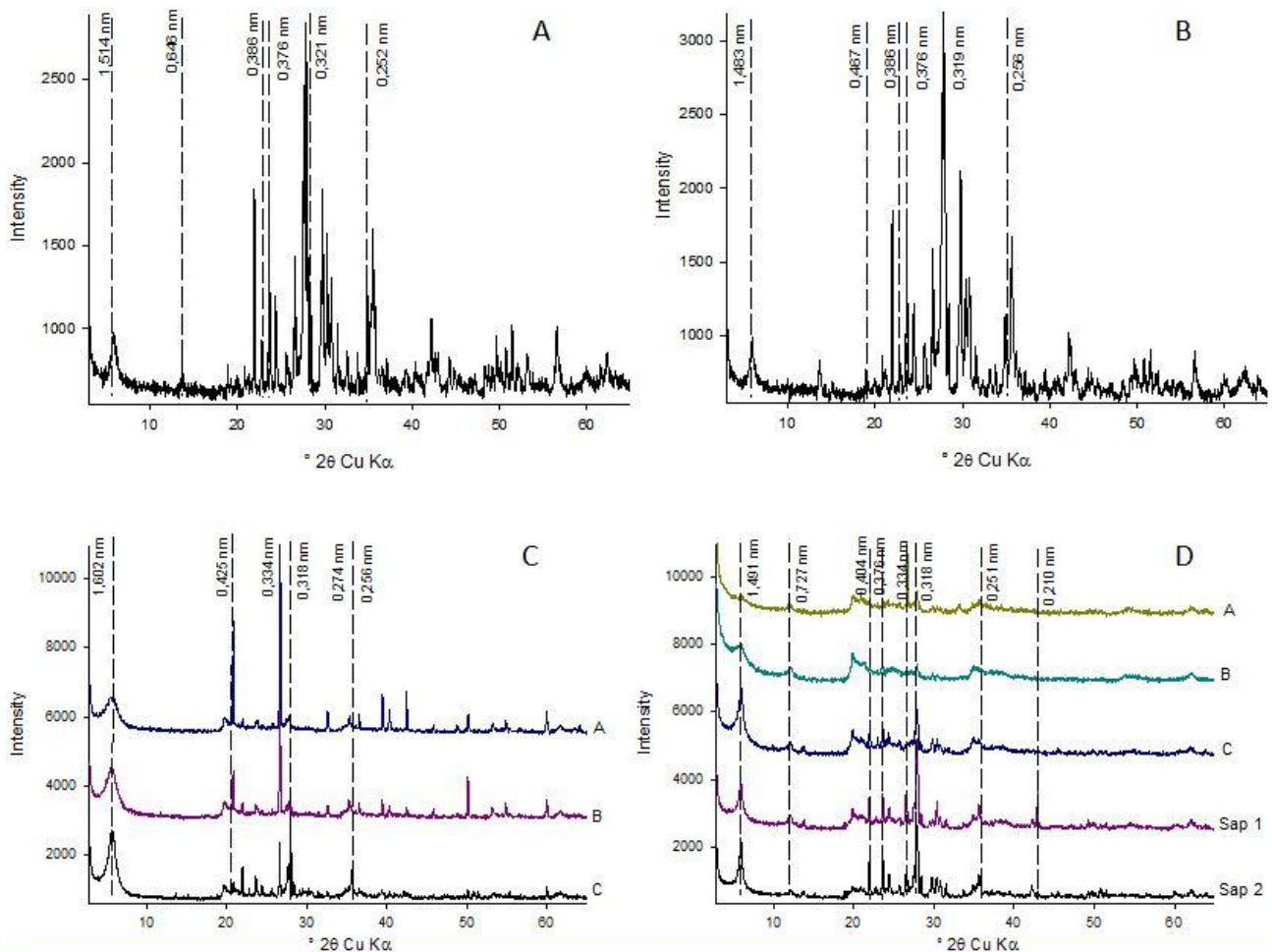


Figura 1 – Difrátogramas de raios x: da rocha do perfil São Borja (A) e Taquara (B) e; dos horizontes do perfil São Borja (C) e Taquara (D). Os reflexos dos seguintes minerais são observados: Felsdpatos (0,646; 0,376; 0,386 e 0,252 nm), Plagioclásios (0,404; 0,376; 0,321 e 0,318 nm), argilominerais 2:1 (provavelmente Esmeclita, 1,514 e 1,491 nm), Quartzo (0,425 e 0,334 nm), Ilmenita (0,274 nm) e Caulinita (0,727 nm).