

EXPOSIÇÃO SOLAR E PROPRIEDADES DO SOLO EM SANTA MARIA – RS

SOLAR EXPOSURE AND SOIL PROPERTIES IN SANTA MARIA – RS

FERREIRA, Fernando P.¹; AZEVEDO, Antonio Carlos de²; WAPPLER, Daniel³; KANIESKI, Amilton J.³; GIRELLI, Darian³; PEDROTTI, Jonas⁴

- NOTA TÉCNICA -

RESUMO

No hemisfério sul, devido a maior interceptação de radiação solar e consequentemente maior evapotranspiração potencial, diferenças químicas, físicas e morfológicas nos solos desenvolvidos nas faces voltadas para o norte em relação às voltadas para o sul podem surgir nessas faces. O objetivo desse trabalho foi o de verificar diferenças químicas e físicas entre solos nas faces norte e sul da região de Santa Maria – RS. Foram realizadas análises químicas (M.O., pH, pH-SMP, Al, Ca, Mg, K, P, H+Al, CTC efetiva e potencial, Al% e V%) e físicas (DMG, DMP, EA e teor de argila) de solos desenvolvidos nas superfícies norte e sul na região de Santa Maria, localizada na latitude sul de 29°43'30". Os resultados foram interpretados através do teste de t de Student e da análise multivariada utilizando o agrupamento não ponderado de pares e adotada a distância Euclidiana como critério de semelhança. Através do teste t de Student, não foi verificada diferença significativa entre as variáveis analisadas, exceto para estabilidade de agregados. A análise de agrupamento separou as amostras da face norte daquelas da face sul. Assim, ainda que estas diferenças sejam pequenas para justificar práticas agrícolas diferenciadas, pode ser interessante considerá-las em estudos pedogenéticos mais detalhados.

Palavras-chave: Pedogênese, geomorfologia, clima.

A disponibilidade e o fluxo da água em um perfil de solo afetam a taxa dos processos pedológicos (YAALON, 1991) e a partir da perspectiva pedogenética, o excesso ou a falta de água no perfil de solo (L), estimado pela diferença entre a precipitação (P) e a evapotranspiração potencial (ETP) em um determinado período (L=P-ETP), é um índice importante porque indica a intensidade com que a água pode desempenhar suas funções no sistema.

A ETP é bastante dependente da quantidade de calor recebida na superfície evapotranspirante. Assim, em climas quentes e muito úmidos (L >> 0), as reações de transformação no solo serão mais rápidas, pois o intemperismo químico será acelerado tanto pela maior temperatura quanto pelo maior desequilíbrio químico entre reagentes e produtos, já que estes são mais prontamente retirados do sistema.

No hemisfério sul, a trajetória leste-oeste aparente do Sol, sofre uma declinação para o norte, que é máxima no solstício de inverno (aproximadamente 22 de junho) (PEREIRA et al., 2002) e os raios solares tendem a interceptar as superfícies voltadas para o norte e tangenciar as voltadas para o sul, sendo tal efeito mais pronunciado quanto maior a latitude e/ou mais ondulado for o relevo da área. Portanto, existe a possibilidade de que haja uma maior evapotranspiração nas superfícies voltadas para o norte, diminuindo a quantidade de água disponível para os processos pedogeoquímicos.

Este efeito é bem conhecido em latitudes maiores que 40 graus (BIRKELAND, 1999), determinando inclusive classes diferentes de solos nas faces norte e sul (HUNCKLER & SCHAETZL, 1997). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi comparar as propriedades químicas e físicas de solos desenvolvidos em uma superfície voltada para o norte com outra voltada para o sul, para determinar o efeito da exposição do terreno como fator de formação do solo na região de Santa Maria, RS.

O presente estudo foi realizado em área pertencente ao Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Rurais, no Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), nas coordenadas geográficas 29°43'30" latitude sul e 53°45'03" longitude oeste. O solo utilizado nesse estudo foi um Alissolo Hipocrômico (EMBRAPA, 1999), desenvolvido sobre o membro Alemoa da formação Santa Maria e que vem sendo utilizado com pastagem sob campo nativo há pelo menos 28 anos, não sofrendo revolvimento e nenhum tipo de adubação, e com carga de 1,2 unidade animal durante o verão e 0,6 durante o inverno. O relevo local se constitui por colinas, (AB'SABER, 1996), cujo divisor de águas coincide com o eixo Leste-Oeste. Assim, fez-se a separação de um setor norte (com maior exposição à radiação solar) e um setor sul.

Foi realizado o levantamento planialtimétrico da área pelo método de irradiação e uma malha de 12 x 12m foi locada para amostragem. Com o uso do trado holandês, foram coletadas 9 amostras de solo na profundidade de 0-20cm em cada face para a realização das análises químicas e físicas, sendo também verificado a espessura do horizonte A para cada ponto amostrado.

As amostras coletadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com abertura de malha de ϕ 2mm (TFSA). A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta, o pH-H₂O, o índice SMP, o teor de carbono orgânico, o de alumínio trocável, a acidez de troca (H+Al) e o K trocável foram determinados conforme EMBRAPA (1997). Os teores de cálcio e magnésio foi realizado conforme TEDESCO et al. (1995) e a saturação por bases (V %), a saturação por alumínio (Al %), a CTC efetiva e CTC potencial foram calculados conforme EMBRAPA (1997).

Também foram coletadas amostras de solo indeformadas, em blocos com dimensões de 0,2 x 0,2 x 0,2 m para a determinação da distribuição do tamanho de agregados (KEMPER & CHEPIL, 1965) e a estabilidade dos agregados (KEMPER, 1965), sendo então calculado o diâmetro médio ponderado (DMP), equação (1), o diâmetro médio geométrico

¹ MSc. em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – RS E-mail: ferreirafp@mail.ufsm.br

² Professor Adjunto, Departamento de Solos, CCR, UFSM. 97010-900 Santa Maria – RS. E-mail: aazevedo@ccr.ufsm.br

³ Alunos do Curso de Engenharia Florestal da UFSM

⁴ Aluno do Curso de Agronomia da UFSM

(Recebido para publicação em 02/07/2003, Aprovado em 15/07/2005)

(DMG), equação (2), o e o índice de estabilidade dos agregados (EA), equação (3), respectivamente.

$$DMP = \sum_{i=1}^n X_i W_i, \quad (1)$$

onde X_i é o diâmetro médio (mm) das classes de agregados utilizadas no peneiramento e W_i é a massa seca de agregados (g) da classe i em relação a massa seca total de amostra.

$$DMG = \frac{\left[\sum_{i=1}^n W_i \text{Log} X_i \right]}{\left(\sum_{i=1}^n W_i \right)}, \quad (2)$$

onde W é a massa (g) de agregados da classe i , X é o diâmetro da classe i e W é a massa total (g) da amostra i .

$$EA = \frac{W - W_s}{W_t - W_s} \times 100, \quad (3)$$

onde W é a massa (g) de agregados, W_s é a massa de areia da classe utilizada no peneiramento, W_t é a massa total de amostra.

As médias de cada variável para as amostras norte e sul foram comparadas pelo teste t de Student, ao nível $\alpha < 0,05$. Foi verificada a homogeneidade das variâncias para cada variável pelo teste F também com $\alpha < 0,05$, procedendo-se então a análise do teste t para variáveis com variâncias homogêneas e o teste t para variáveis com variâncias heterogêneas conforme COSTA NETO (1977). Os mesmos dados também foram analisados através da análise de agrupamentos, utilizando-se o software Statistica 6.0 com 17 variáveis (M.O., pH, pH-SMP, Al, Ca, Mg, K, P, H+Al, CTC efetiva e potencial, Al% e V%, DMG, DMP, EA, teor de argila) e 16 casos (oito de cada face). Os dados foram padronizados, e utilizou-se à distância Euclidiana como critério de semelhança e o agrupamento não ponderado de pares como forma de agrupamento.

Conforme os dados da tabela 1, observam-se baixos valores de pH, elevados teores de Al+3 e baixos teores de bases trocáveis. Esses valores indicam a condição de elevada acidez que se encontra o solo da área estudada, refletindo assim, o tipo de manejo que a área vem sofrendo durante os últimos 28 anos, onde nenhum tipo de correção ou adubação do solo tem sido efetuado.

Observa-se também, que com exceção das variáveis pH-SMP, P, saturação por alumínio (Al%), as demais variáveis do setor norte apresentam maiores valores em relação às amostras do setor sul. No entanto, pelo teste t , não se observou diferença estatística para as propriedades químicas.

Para as análises físicas (tabela 2), a única propriedade que apresentou diferença estatística foi o índice de estabilidade de agregados (EA). Como a matéria orgânica do solo (MOS) é tida como um dos principais agentes estabilizantes dos agregados do solo e também tem uma ação diferenciada nas diferentes classes de tamanho de agregados (TISDALL & OADES, 1982), observa-se que mesmo não ocorrendo diferenças estatísticas entre os dois setores, o teor de MOS é maior na face norte em relação à face sul e da mesma forma o DMG, DMP e o EA. É possível que esta pequena diferença na MOS possa, juntamente com os ciclos de umedecimento e secagem, estar influenciando na

intensidade dos processos de agregação entre os dois setores.

Ressalta-se ainda, que na formação e estabilização dos agregados, as interações entre a fase mineral do solo e os compostos orgânicos também são muito importantes e aspectos como o teor de argila, o tipo de argilomineral, suas propriedades de superfície, o teor e os tipos de óxidos pedogênicos e as propriedades químicas e biológicas dos solos são decisivos para que essas interações ocorram na quantidade de radiação recebida entre as faces pode ocasionar algum efeito na qualidade dos compostos e colóides orgânicos do solo com efeitos indiretos sobre a EA.

Os testes estatísticos F e t são rigorosos por pressuporem a igualdade dos fatores que não estão sendo analisados e a distribuição normal dos dados. Esta perspectiva é útil principalmente para investigações experimentais, pois permite o progresso dos sistemas agrícolas de produção ao subsidiar decisões sobre os melhores tratamentos aplicados sem que haja subjetivismo. Através desta abordagem, os resultados apresentados demonstram que as diferenças observadas nas propriedades físicas e químicas das amostras coletadas nos dois setores, comparadas isoladamente, não possuem magnitude para que sejam consideradas significantes. Portanto, deve-se enfatizar que tais diferenças não possuem relevância que justifique manejos ou práticas agrícolas diferenciadas em função do relevo, na latitude de Santa Maria.

Já o emprego de técnicas de análise estatística multivariada oferece uma abordagem alternativa no sentido de que os dados não precisam ter uma distribuição normal e um número grande de variáveis pode ser analisada conjuntamente, favorecendo as investigações observacionais (como geralmente ocorre em estudos pedogenéticos). Assim, através da análise de agrupamentos (AA) baseada nas 17 variáveis simultaneamente, as amostras do setor sul foram agrupadas separadamente daquelas coletadas no setor norte, figura 1. Este agrupamento é realizado baseado no conjunto de variáveis, sem se considerar em que setor a amostra foi coletada. Assim, a correspondência entre os grupos formados pela AA e o setor de origem das amostras realça as diferenças observadas subjetivamente.

Desta forma, a hipótese de que a exposição do terreno (norte e sul) à radiação solar pode condicionar intensidades diferentes nos processos de formação do solo e diferenças nas suas propriedades químicas e físicas, na região de Santa Maria, demonstra potencial para estudos mais detalhados, principalmente relacionados a processos ao nível molecular, como a formação e a transformação de minerais (por exemplo, os óxidos de ferro).

Com poucas exceções, as propriedades químicas medidas nas amostras do setor norte apresentaram maiores valores em relação às amostras do setor sul, porém, sem significância estatística pelos testes F e t . Em relação às propriedades físicas, a estabilidade de agregados foi significativamente maior na face norte. A abordagem alternativa utilizando a análise de agrupamento levou à correta alocação das amostras de cada setor em um grupo separado, tomando em conjunto as 17 propriedades medidas. Portanto, conclui-se que há indícios de que a exposição solar das superfícies norte e sul, na latitude de Santa Maria - RS, produz uma diferenciação nas propriedades dos solos nelas desenvolvidos, mas de magnitude pequena, que pode ser relevante em estudos detalhados.

Tabela 1- Valores médios (Md), variância (Var), desvio padrão (DP), das análises químicas das amostras do setor sul e norte e os testes estatísticos (test F e teste t de Student).

Dados	M.O	pH	SMP	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	CTC		Al	V
			mg kg ⁻¹Cmol _c kg ⁻¹	efetiva	pH 7%......					
SETOR SUL													
Md	1,78	4,59	5,68	2,88	54,44	1,29	1,33	0,46	4,82	3,21	6,73	40	29
Var	0,17	0,01	0,02	1,21	167,78	0,03	0,05	0,01	0,43	0,12	0,80	40	9
DP	0,41	0,08	0,15	1,10	12,95	0,18	0,22	0,10	0,65	0,35	0,89	6	3
SETOR NORTE													
Md	2,07	4,62	5,50	2,30	68,22	1,39	1,76	0,68	5,67	3,989	8,27	35	32
Var	0,24	0,01	0,03	0,80	675,44	0,16	0,08	0,01	0,88	0,04	0,73	93	33
DP	0,49	0,10	0,19	0,89	25,99	0,39	0,28	0,08	0,94	0,19	0,85	10	6
TESTES ESTADÍSTICOS													
Teste F	1,44	1,54	1,59	1,52	4,03*	4,64*	1,56	0,68	2,05	3,35	1,10	2,36	3,61*
Teste t	0,52	0,30	0,86	0,39	1,42	0,69	1,35	1,61	0,91	1,66	1,25	0,64	1,48

* Significante pelo teste F em nível α de erro

** Significante pelo teste t em nível α de erro

Tabela 2 - Média (Md), variância (Var), desvio padrão (DP), das análises estatísticas realizadas para o setor sul e norte e os testes estatísticos (test F e teste t de Student).

Dados	Argila %	DMG	DMP	EA
FACE SUL				
Md	16,44	5,67	5,53	38,20
Var	1,03	0,05	0,09	127,26
DP	1,01	0,24	0,30	11,28
FACE NORTE				
Md	17,78	5,90	5,84	56,11
Var	1,94	0,02	0,04	25,42
DP	1,39	0,15	0,20	5,04
DADOS ESTADÍSTICOS				
Teste F	1,89	2,46	2,25	5,01*
Teste t	0,93	0,75	0,74	4,35**

* Significante pelo teste F em nível α de erro

** Significante pelo teste t em nível α de erro

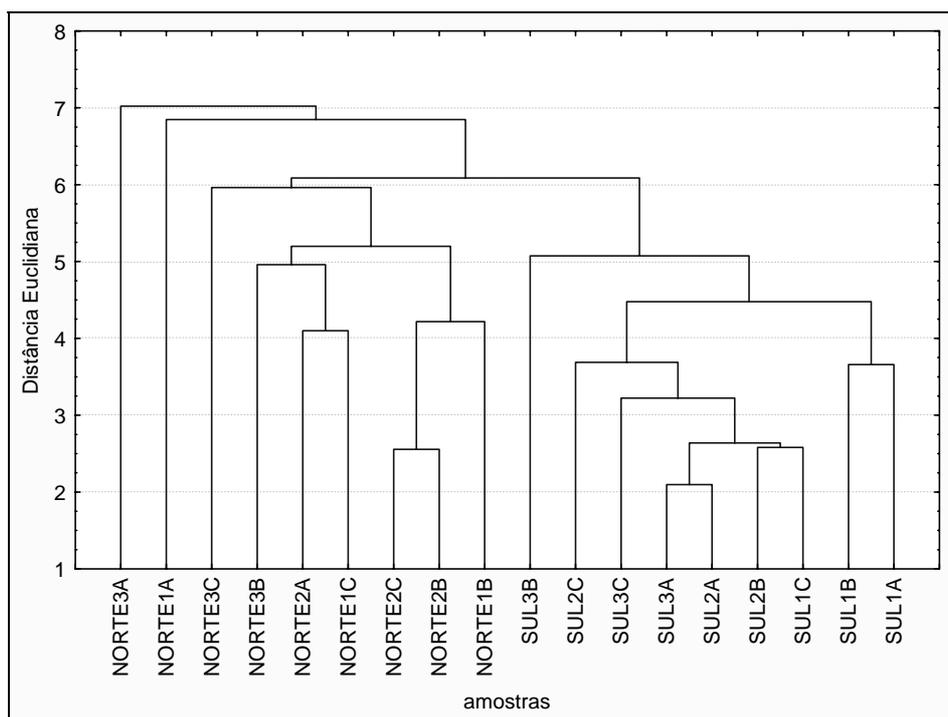


Figura 1 - Diagrama em árvore das 16 amostras coletadas (8 face Norte e 8 face Sul), agrupadas em função de 17 variáveis .

ABSTRACT

In the Southern Hemisphere, due to the greater solar beams interception and consequently potential evapotranspiration, chemical, physical and morphological differences in soils may appear in the surfaces turned to the North in relation to the South. The objective of this work was to verify the chemical and physical differences between soils at both surfaces in Santa Maria region. Chemical (pH-H₂O, pH-SMP, C, P, K, Ca, Mg, H+Al, CEC, V, Al,) and physical (texture, DMG, DMP, EA) analyses were carried out in soil samples from both surfaces of the chosen area. The Multivariate analysis was carried out on data set using the unweighed group pairing strategy and the Euclidean distance as criterion of resemblance. The t test of Student was carried out too. Based solely on 17 soil properties, the Multivariate analysis grouped North and South samples in two separate groups, not discarding the hypothesis while the t test showed no statistic difference between soil variables in the North and the South faces.

Key words: pedogenesis, geomorphology, climate

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. Domínios morfoclimáticos do Brasil. In: Açvarex, V. H.; L; Fontes, E. F.; Fontes, M. P. F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa-MG: SBCS. Cap 1, p. 1-18.

BAVER, L. D.; W. H. Gardner.; W. R. Gardner. The thermal regime of soils. In: Baver, L. D.; Gardner, Walter H.; Wilford R. Gardner. **Soil Physics**. 4. ed. New York: Jonh Wiley & Sons, Inc, 1972. Cap 7, p. 253-283.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soil**. 11ed. New Jersey :Upper Saddle River, 1996. 740p.

BIRKELAND, W. P. **Soils and Geomorphology**. 3ed. New York, USA : Oxford University Press., 1999.

COSTA NETO, P. L. de O. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1994. 264p.

DEXTER, A. R. Advances in caracterization soil structure. **Soil & Tillage Research**, v.11, p. 199-238, 1988.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: EMBRAPA., 1997.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1999. 412p.

SCHULTEN, H. R. ; LEINWEBER, P. New insights in organo-mineral particles: composition, properties and models of molecular structure. **Biology and Fertility of Soils**, v.30, p 399-432, 2000

HUNCKLER, R. V. ; SCHAETZL R. J. Spodosol development as affected by geomorphic aspect, **Soil Science Society of American Journal**., v.61, p.1105 – 1115, 1997.

JENNY, H. **Factors of Soil Formation**. New York: Mcgraw-Hill, 1941. 281p.

LETEY J. Relationship between soil physical properties and crop production. In: STEWART BA. **Advances in Soil Science**.New York : Springer-Verlag, 1985. p 278 – 294, v.1.

KEMPER, W. D. **Aggregate Stability**. In: BLACK, C. A. **Methodos of Soil Analysis**. PART 1. Physical and Mineralogial methods. Madison, WI, USA: ASA & SSSA, 1965. p. 511-519.

KEMPER, W. D. ; CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregates. In: BLACK C.A. **Physical and mineralogical methods**. Madison, WI, USA: ASA & SSSA, 1965. p. 495-509.

OADES, J. M. ; WATERS A. G. Aggregates Hierarchy in Soils. **Australian Journal of Soil Reserach**, v. 29, p 815–828, 1991.

PEREIRA, R. A; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia**. Guaibá : Agropecuária, 2002. 478p.

TEDESCO, M. J.; VOLKSWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS - Faculdade de Agronomia, 1985. 188p. (Boletim Técnico de solo, n° 5).

TISDALL J. M, OADES J. M. Organic matter and water stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, v.33, p 141-163.,1982.

ROSEMBERG, N. J. The radiation balance. In: Rosemberg A. C. **MICROCLIMATE**: The biological environment. New

York: USA, 1930. p 5-62.

SIMONSON, R. W. Modern Concepts of soil genesis - A symposium. **Soil Science Society of American Journal**, v.52, 1959, p. 152-156.

YAALON D. H. Climate, Time and Soil Development. In: WILDING L. P.; SMECK, N. E.; HALL, G. F. **Pedogenesis and Soil Taxonomy**. New York: Elsevier, 1991. Cap 8., p 233-251.