

Balanço Geoquímico de Massa em Topossequência de Argissolos

**Lúcia Raquel Queiroz Pereira da Luz⁽¹⁾; Antonio Paz González⁽²⁾
& Alessandro Fiscina de Santana⁽³⁾**

Pesquisadora da Embrapa Solos UEP Recife, Rua Antônio Falcão 402, Boa Viagem, Recife – PE, CEP 51020-240, lucia.raquel@uep.cnps.embrapa.br (apresentadora do trabalho); (2) Catedrático de Edafologia e Química Agrícola da Universidade da Coruña, (3) Doutorando em Ciências da Terra e do Meio Ambiente pela Universidade da Coruña, Campus Zapateira, La Coruña, Espanha, afiscina@udc.es

Apoio: Embrapa, Capes, “Ministerio de Educación y Ciencia” – MEC (Espanha)

RESUMO: Em extensas áreas planas, processos pedogenéticos relacionados às condições de drenagem fechada atuam sobre os solos modificando suas propriedades. O objetivo deste trabalho é apresentar resultados do balanço geoquímico de massa de SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 , buscando relacioná-los aos processos pedogenéticos que atuam sobre Argissolos dispostos em topossequências com declividade média de 1,3%. Foram comparadas duas áreas contíguas sob as mesmas condições de relevo, uma irrigada (por cinco anos e meio, na época da coleta de dados) e outra mantida em pousio por mais de dez anos. Foram amostrados perfis dos terços superior, médio e inferior de duas áreas. Foram também coletadas amostras do material de origem (sedimentos da Formação Barreiras) abaixo dos perfis dos terços inferiores. Utilizou-se a técnica de fluorescência de raios-X para a determinação da análise química total e procedeu-se aos cálculos do balanço geoquímico de massa. A análise comparativa de SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 demonstrou que as diferenças entre os perfis refletem as condições de drenagem fechada da área, que faz com que o excesso de água concentre-se nas partes mais baixas do relevo, acelerando processos pedogenéticos como a ferrólise, marcando o avanço da hidromorfia em direção ao perfil do terço médio da área irrigada.

Palavras-chave: Tabuleiros, Sergipe, Ferrólise.

INTRODUÇÃO

Em extensas áreas planas, comuns em tabuleiros costeiros, processos pedogenéticos relacionados às condições de drenagem fechada atuam sobre os solos modificando suas propriedades (Silva et al., 1997). Em depressões onde a drenagem é limitada pelo relevo, o processo evolutivo mais importante, segundo Mafra et al. (2002), é a ferrólise.

Alterações intensas e prolongadas na dinâmica da água no solo, como ocorrem em áreas irrigadas, podem influenciar no desenvolvimento dos perfis, especialmente no que se refere aos teores de ferro e na diferenciação dos minerais ferruginosos a partir da instabilidade da hematita, que passa a goethita originando o processo de xantização (Nahon, 1991). Mobilidade de elementos ao longo do relevo marca o fluxo lateral da água no solo (Chiquet et al., 2000).

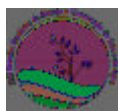
O objetivo deste trabalho é apresentar resultados do balanço geoquímico de massa de SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 , buscando relacioná-los a processos pedogenéticos em Argissolos dispostos em topossequências com declividade média de 1,3%, comparando uma área irrigada (por cinco anos e meio, na época da coleta de dados) com outra adjacente, sob condições semelhantes de relevo, mantida em pousio por mais de dez anos.

MATERIAL E MÉTODO

As áreas estudadas encontram-se no Distrito de Irrigação do Platô de Neópolis, que faz parte da Unidade de Paisagem Tabuleiros Costeiros, no extremo norte do Estado de Sergipe.

Foram amostrados horizontes de perfis dos terços superior, médio e inferior de topossequências de Argissolos de uma área irrigada por cinco anos e meio e de outra adjacente, em pousio há mais de dez anos. Foram também coletadas amostras do material de origem (sedimentos da Formação Barreiras) abaixo dos perfis dos terços inferiores das topossequências.

As topossequências são formadas por Argissolos Amarelos de textura arenosa/média no terço superior (Bt com coloração bruno-amarelada – 10 YR 5/6) e no terço médio (250m do terço superior, apresentando Bt com coloração amarela – 10 YR 7/6) e Argissolos Acinzentados no terço inferior, localizado à 300m do terço médio, de textura arenosa/média e coloração variando entre 2,5Y 6/2 e 2,5Y 7/2, ao longo do perfil.



Na análise química total para a determinação de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , MnO e P_2O_5 , utilizou-se a técnica de fluorescência de raios-X, de acordo com a metodologia descrita por Nardy et al. (1997).

A partir dos dados da análise química total, procedeu-se ao balanço geoquímico de massa que envolve cálculos para determinação de alterações volumétricas no perfil, a fim de estabelecer função do transporte e fluxo de massa de elementos químicos entre os horizontes de solo. Os valores de SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 , relacionados aos valores dos mesmos óxidos presentes no material de origem e aos teores de TiO_2 (elemento considerado índice, devido a sua estabilidade nos solos), foram utilizados a fim de identificar ganhos e perdas dos elementos ao longo dos perfis e relacioná-los com os processos pedogenéticos, de acordo com a metodologia preconizada por Egli e Fitze (2000). Por tratar-se de um solo desenvolvido a partir de sedimentos, foi considerada, como material de origem, a camada menos alterada (sedimentos da Formação Barreiras) abaixo dos perfis amostrados nos terços inferiores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 dominam a composição dos solos, representando mais que 95% do total, refletindo a sua composição mineralógica em que predominam quartzo na fração areia e caulinita na fração argila. Baixas concentrações dos demais óxidos revelam a baixa fertilidade natural destes solos. Relativamente, SiO_2 varia pouco com a profundidade, apresentando os menores valores nos horizontes mais profundos do terço superior e os valores mais elevados em horizontes arenosos mais superficiais. Al_2O_3 e Fe_2O_3 , pelo contrário, apresentam grande variação ao longo dos perfis com valores crescentes em profundidade. Na área irrigada, de uma maneira geral, observamos maiores porcentagens de Al_2O_3 e Fe_2O_3 em relação à área em pousio. Na área irrigada, os valores relativos de TiO_2 apresentam-se crescentes em profundidade, mantendo-se quase invariáveis entre os perfis do terço superior e médio, com pequenas variações destes quando relacionados aos valores encontrados no terço inferior da área irrigada. Quanto à área em pousio, os valores de TiO_2 são ligeiramente inferiores aos da área irrigada e mantêm pequena variação entre os perfis dos terços superior, médio e inferior. Tal comportamento é coerente, por ser o titânio um elemento considerado estável nos solos,

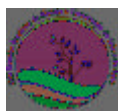
estando as variações apresentadas neste tipo de análise mais relacionadas à variação de outros elementos, já que os valores de todos os óxidos são relativos (Tab.1).

Nos horizontes de todos os perfis estudados, foram observadas expansões a partir dos valores positivos do índice $\epsilon_{i,w}$ [variação volumétrica do perfil (w), calculada em função do elemento imóvel, neste caso representado pelo titânio na forma TiO_2 (i)]. Valores mais elevados foram determinados nos horizontes superficiais e os menores nos horizontes mais profundos (Tab.1).

Com relação ao SiO_2 , a função de transporte de massa do elemento móvel (j) no perfil (w) - $T_{(j,w)}$ apresentou valores positivos (com exceção do índice encontrado no horizonte mais profundo do perfil do terço superior da área irrigada) e decrescentes com a profundidade. De uma maneira geral, na área irrigada os valores são menores nos perfis do terço superior e mais elevados nos perfis do terço médio. Na área em pousio, os valores crescem do terço superior para o médio e deste para o inferior nos horizontes mais arenosos. Em horizontes mais profundos, os valores mais elevados são encontrados no perfil do terço médio. Maiores diferenças entre os perfis são observadas da área irrigada. Quanto ao fluxo de massa da área irrigada, os valores oscilaram entre 14,05 no terço superior, passando a 52,12 no terço médio e baixando para 40,83 no terço inferior. Na área em pousio, os valores crescem de 33,03, no perfil do terço superior, passando a 41,42 no terço médio e 43,14 no perfil do terço inferior.

O alumínio apresentou perdas em todos os perfis, observadas a partir dos valores de $T_{(j,w)}$, com comportamento semelhante entre as áreas irrigadas e em pousio. As maiores perdas foram observadas nos perfis do terço inferior e as menores nos perfis do terço superior, decrescendo com a profundidade, de uma maneira geral. Quanto ao fluxo de massa, o alumínio apresentou valores negativos em todos os perfis, apresentando no terço superior -1,95 na área irrigada e -2,44 na área em pousio; valores em torno de -4,00 no terço médio das duas áreas e variação de -4,68 na área irrigada e -5,70 na área em pousio com relação ao terço inferior.

O ferro apresenta valores de $T_{(j,w)}$ positivos em todos os horizontes dos perfis do terço superior, tanto na área irrigada, quanto nos da área em pousio. Nos perfis do terço inferior os valores negativos são encontrados nas duas áreas estudadas. Quanto aos perfis do terço médio, é possível observar diferenciação comparando as duas áreas. Valores negativos são encontrados apenas nos primeiros



cinco centímetros do perfil da área em pousio em contraste com o perfil da área irrigada que apresenta valores negativos ao longo do perfil, marcadamente nos horizontes mais profundos. Os valores do fluxo de massa são reduzidos em profundidade, apresentando valores positivos no terço superior, com totais de 2,45, no perfil da área irrigada e 2,24 no perfil da área em pousio. No terço inferior, os valores são negativos totalizando -0,76 na área irrigada e -0,81 na área em pousio. A maior diferenciação relativa observada é referente aos perfis do terço médio, onde na área irrigada, o total de 0,04 contrasta com 0,13 na área em pousio. Tal comportamento retrata o avanço do processo de ferrólise em direção ao terço médio da área irrigada, correlacionado às condições de drenagem, como observado por Mafra et al (2002).

Os resultados do balanço geoquímico de massa estão de acordo com o trabalho de Nahon (1991), que afirmou que alterações intensas e prolongadas na dinâmica da água no solo podem modificar o desenvolvimento dos perfis, especialmente quanto à redução dos teores de ferro e diferenciação dos minerais ferruginosos a partir da instabilidade da hematita, passando a goethita, marcando processos de xantização e gleização.

CONCLUSÃO

Diferenças entre os perfis refletem as condições de drenagem fechada da área, que faz com que o excesso de água concentre-se nas partes mais baixas, acelerando processos pedogenéticos tais como a ferrólise, marcando o avanço da hidromorfia em direção ao terço médio da área irrigada.

REFERÊNCIAS

CHIQUET, A.; COLIN, F.; HAMELIN, B.; MICHARD, A.; NAHON, D. Chemical mass balance of calcrete genesis on the Toledo granite (Spain). **Chemical Geology**, v.170. p.19-35, 2000.

EGLI, M.; FITZE, P. Formulation of pedologic mass balance base of immobile elements: a revision. **Soil Science**, v. 165, p.437-443, 2000.

MAFRA, A.L.; MIKLÓS, A.A.W.; VOLKOFF, B.; MELFI, A.J. Pedogênese numa seqüência Latossolo-Espodosolo na região do alto rio Negro, Amazonas. **R. Bras. Ci. Solo**, 26:381-394, 2002.

NAHON, D.B. **Introduction to the petrology of soil and chemical weathering**. John Wiley & Sons, Inc. 313p. New York, 1991.

NARDY, A.J.R.; ENZWEILER, J.; BAHIA F.; O., OLIVEIRA, M.A.F.; PENEREIRO, M.A.V. Determinação de elementos maiores e menores em rochas silicáticas por espectrometria de fluorescência de raios-X: Resultados Preliminares. Congresso Brasileiro de Geoquímica. **Anais**, 346-348. Salvador-BA, 1997.

SILVA, F. B. R.; LEPRUN, J. C.; BOULET, R. Duripãs em solos dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil: mineralogia, micromorfologia e gênese. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro, RJ. **Resumos expandidos**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. CD-ROM.

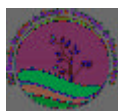


Tabela 1. Balanço geoquímico de massa comparativo entre perfis da área irrigada e em pouso

Horizonte	Símbolo	Espes. (cm)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	r	T(j,w)**			m j,fluxo***		
			%		(g cm ⁻³)		e ^(i,w) *	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO
Terço superior													
Área irrigada													
Ap	5	91,32	0,38	2,67	1,18	1,37	1,31	-0,372	1,284	0,749	-0,06	0,03	1,2
E	15	94,20	0,36	2,42	1,07	1,52	1,20	-0,399	1,186	0,901	-0,19	0,09	4,7
EB	20	94,01	0,38	2,77	1,17	1,62	0,95	-0,348	1,265	0,797	-0,25	0,15	6,3
Bt1	40	93,28	0,45	3,11	1,39	1,68	0,59	-0,348	1,272	0,506	-0,68	0,37	9,9
Bt2	40	89,23	0,63	5,47	1,85	1,64	0,16	-0,224	1,160	0,029	-0,55	0,46	0,7
Bt3	80	84,63	0,74	7,90	2,74	1,39	0,17	-0,046	1,724	-0,169	-0,22	1,35	-
Total											-1,95	2,45	14,
Área em pouso													
Ap	5	93,92	0,30	1,96	0,99	1,40	1,86	-0,416	1,428	1,274	-0,05	0,03	1,7
E	15	94,62	0,33	2,24	1,12	1,58	1,31	-0,393	1,497	1,083	-0,18	0,11	5,4
EB	20	93,80	0,38	2,78	1,28	1,67	0,90	-0,346	1,478	0,793	-0,26	0,18	6,5
Bt1	40	92,73	0,49	3,41	1,42	1,67	0,47	-0,378	1,132	0,375	-0,73	0,35	7,9
Bt2	50	91,03	0,53	4,25	1,76	1,73	0,31	-0,283	1,443	0,247	-0,77	0,63	7,3
Bt3	70	88,53	0,59	5,87	1,95	1,67	0,22	-0,111	1,431	0,090	-0,45	0,94	4,0
Total											-2,44	2,24	33,
Terço médio													
Área irrigada													
Ap	5	91,32	0,38	2,67	1,18	1,40	2,07	-0,559	-0,002	1,471	-0,07	0,00	1,8
E	15	94,20	0,36	2,42	1,07	1,54	1,52	-0,565	-0,003	1,253	-0,24	0,00	5,8
EB	30	94,01	0,38	2,77	1,17	1,60	1,28	-0,437	0,159	1,107	-0,41	0,02	11,
Bt1	50	93,28	0,45	3,11	1,39	1,62	1,01	-0,439	0,153	0,871	-0,78	0,04	16,
Bt2	60	89,23	0,63	5,47	1,85	1,50	0,67	-0,519	-0,034	0,436	-1,33	-0,01	12,
Bt3	40	84,63	0,74	7,90	2,74	1,67	0,22	-0,547	-0,028	0,158	-1,28	-0,01	4,0
Total											-4,11	0,04	52,
Área em pouso													
Ap	5	96,01	0,30	1,40	0,40	1,44	1,78	-0,583	-0,019	1,325	-0,07	0,00	1,8
E1	15	95,67	0,33	1,97	0,50	1,65	1,21	-0,466	0,115	1,106	-0,23	0,01	5,8
E2	30	94,69	0,37	2,63	0,60	1,59	1,04	-0,365	0,193	0,859	-0,38	0,03	9,8
Bt1	50	94,48	0,45	2,76	0,66	1,61	0,66	-0,452	0,078	0,525	-0,97	0,03	12,
Bt2	70	93,94	0,52	3,09	0,73	1,64	0,41	-0,468	0,033	0,312	-1,66	0,02	12,
Bt3	30	91,52	0,68	4,51	1,05	1,57	0,13	-0,407	0,136	0,022	-0,77	0,04	-
Total											-4,08	0,13	41,
Terço inferior													
Área irrigada													
Ap	5	95,65	0,29	1,18	0,20	1,52	1,73	-0,636	-0,493	1,396	-0,08	-0,01	1,9
E1	15	96,63	0,29	1,21	0,19	1,66	1,50	-0,627	-0,528	1,421	-0,27	-0,04	6,6
E2	30	96,65	0,32	1,63	0,23	1,80	1,09	-0,544	-0,471	1,194	-0,56	-0,08	13,
Bt1	50	95,29	0,47	2,42	0,32	1,58	0,62	-0,539	-0,499	0,473	-1,19	-0,18	11,
Bt2	80	93,95	0,59	3,30	0,39	1,72	0,19	-0,500	-0,514	0,157	-2,41	-0,40	8,2
Bt3	20	88,71	0,68	6,58	0,69	1,60	0,11	-0,135	-0,254	0,052	-0,17	-0,05	-
Total											-4,68	-0,76	40,
Área pouso													
Ap	5	96,55	0,28	1,28	0,20	1,51	1,85	-0,591	-0,475	1,505	-0,07	-0,01	2,0
E1	15	97,09	0,31	1,29	0,22	1,54	1,52	-0,628	-0,478	1,275	-0,27	-0,03	5,9
E2	30	96,30	0,33	1,82	0,24	1,64	1,22	-0,507	-0,465	1,119	-0,49	-0,07	11,
Bt1	50	95,43	0,51	2,36	0,34	1,56	0,51	-0,586	-0,509	0,359	-1,38	-0,19	9,2
Bt2	80	95,94	0,54	2,01	0,31	1,71	0,30	-0,667	-0,577	0,291	-2,92	-0,41	13,
Bt3	20	92,57	0,66	4,14	0,46	1,67	0,09	-0,439	-0,487	0,019	-0,57	-0,10	0,2
Material de		88,10	0,64	7,16	0,87								
Total											-5,70	-0,81	43,

* $\epsilon_{(i,w)}$ = Variação volumétrica do perfil (w), calculada em função do elemento imóvel (i).

** $T_{(j,w)}$ = Função transporte de massa do elemento móvel (j) no perfil (w).

*** m j,fluxo = Fluxo de massa do horizonte.