

O PROCESSO DE EROÇÃO EM AMBIENTE DE SUPERFÍCIE SERTANEJA - VARJOTA (CE)

José Falcão Sobrinho* &
Jurandyr Luciano Sanches Ross**

RESUMO:

O presente ensaio objetiva analisar a erosão do solo em ambiente de superfície sertaneja do semi-árido cearense. O município de Varjota foi o objeto de estudo, onde foram instaladas três áreas experimentais sob diferentes usos de manejo do solo.

PALAVRAS-CHAVE:

erosão, semi-árido, superfície sertaneja, solos, agricultura.

ABSTRACT:

The present objective assay to analyze the erosion of the ground in surface environment sertaneja of the half-barren person from the state of Ceará. The city of Varjota was the study object, where three experimental areas under different uses of handling of the ground had been installed.

KEY WORDS:

erosion, half-barren, surface sertaneja, ground, agriculture.

Introdução

No presente ensaio, objetiva-se contribuir com uma amostragem, de dados de erosão do solo, analisando os componentes físicos e nutrientes químicos, com fins quantitativos, de uma área que passou por um sistema de plantio em diversas formas de uso da terra, seja em pousio, em área sistematicamente utilizada e em área com cobertura vegetal de mata. O relevo apresenta-se como base de sustentação para o desenvolvimento de tais atividades, e será abordado na forma de sua declividade, assim como a vegetação, através da forma sucessiva que a mesma apresenta e, juntamente com a precipitação, que apesar de suas irregularidades, propicia

dinâmica dos nutrientes e remodelando a paisagem. Nesse contexto, a ação do homem é determinante, pois este surge como

o último agente que modifica a superfície da terra é o homem. O homem deve ser considerado diretamente como um agente geomorfológico, já que vem alterando cada vez mais as condições de denudação e de colmatação da superfície da Terra e, muitos erros têm ocorrido na geografia física por esta não ter reconhecido suficientemente que os principais processos de modelagem da Terra não podem ser inferidos com segurança com base nos processos atualmente vigentes a partir da ocupação do homem. (SAUER

* Professor Doutor da Universidade Estadual do Vale do Acaraú/UVA. E-mail: falcao@sobral.org

**Professor Doutor do Departamento de Geografia da FFLCH/USP. E-mail: juraross@usp.br

1931, p. 105).

As ações dos agricultores se manifestam nesta pesquisa, pois ora o agricultor derruba a vegetação para um plantio, ora sucede o plantio em fileiras em uma determinada área, ou ainda, deixa em repouso (pousio) por algum tempo. Com isso, o referido experimento é testemunho das afirmações acima citadas.

Os dados a seguir, certamente são passíveis de várias análises da vez que o tema erosão é pouco pesquisado no estado do Ceará. Privilegiamos, para alvo de experimentação, o ambiente de superfície sertaneja, no município de Varjota (CE) (Figura 1).

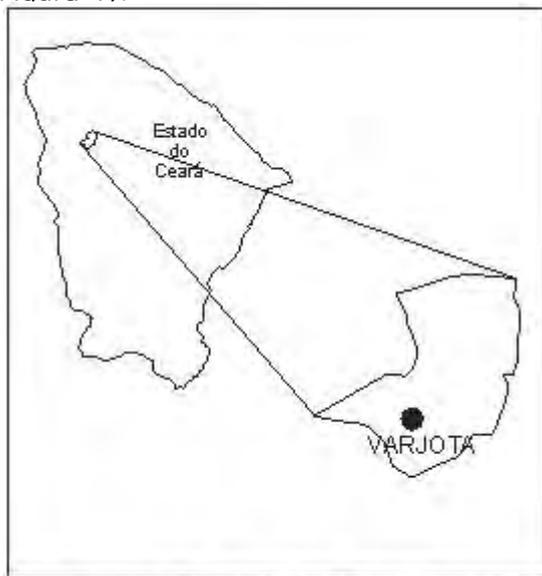


Figura 1: Município de Varjota (CE)

A área de estudo

O município de Varjota (Latitude (S) 4° 11' 40" e Longitude (W) 40° 28' 36"), se localiza na superfície sertaneja, que é uma área deprimida localizada entre os ambientes elevados e cuja sua extensão um total de 92% da área total do estado. Em Varjota, sua

dimensão ocupada toda a extensão territorial.

Com altitude inferior a 400m, a superfície sertaneja é área de aplainamento resultante do trabalho erosivo em que, indistintamente, diferentes litologias, colocam em destaque as rochas mais resistentes.

No aspecto geral, a morfologia das superfícies sertanejas caracteriza-se pela presença de amplas rampas de pedimento que se inclinam da base dos relevos residuais em extensão ao litoral, com isso, a altitude vai gradativamente diminuindo. Conforme Ab'Saber (1956), tendo evoluído sob condições climáticas semi-áridas, a superfície sertaneja apresenta como revestimento generalizado a caatinga, com capacidade mínima de deter ou atenuar a ação erosiva, fato este verificado em Varjota.

Neste local, uma longa extensão de área é recoberta por solos da classe dos Luvisolos Crômicos (Bruno Não Cálcidos), Neossolos Litólicos (Litólicos) e em grande extensão territorial apresenta o Argissolo (Podzólico vermelho-amarelo), este em que foi montado o experimento.

Procedimentos técnicos e operacionalização das atividades

Com base em Falcão Sobrinho e Falcão (2004), foram delimitadas três áreas para objeto de estudo: a) uma área que tenha sido conservada há pelo menos 10 anos, sem intervenção antrópica; b) uma área em pousio, há pelo menos três anos e c) uma área com uso contínuo, ou seja, que esteja sendo praticado um tipo de cultura ao longo de vários anos, no caso, plantio de milho que é a cultura mais empregada no semi-árido cearense.

Foi feita uma limpeza do terreno para uniformizar a área experimental, com uso de uma enxada.

Como critério, adotamos a orientação de Falcão Sobrinho e Falcão (2004), com base nos seguintes procedimentos: O experimento foi realizado em uma área de fácil acesso, um sítio,

evitando influência externa e, principalmente, a circulação de animais; as vertentes apresentavam declividades com semelhanças; as áreas foram representativas às condições de uso comumente encontradas na região, ou seja, prática de queimada no desbravamento e plantio sem cobertura do solo, no caso o milho ou o feijão, acrescentou-se uma área em pousio e uma outra área que estivesse com uma cobertura vegetal a pelos menos 5 anos.

Para quantificar as taxas erosivas montamos duas parcelas experimentais (2m x 10m) em cada área, conforme Guerra (1996), sendo as mesmas divididas no comprimento, ao meio, por uma outra chapa alumínio, ficando cada parcela, uma em solo sem vegetação e outra em solo com vegetação, com declividades medidas com um clinômetro. Cada área mantinha a seguinte distância aproximada: de 100m entre uma e outra. Foram utilizadas placas de alumínio com 2 a 4 mm de espessura com 50 cm de largura, sendo enterrado 10 cm e 40 cm acima do solo. Na parte inferior, foi conectada uma calha para receber o material erodido. Galões de plásticos foram interligados às calhas (ver figura ilustrativa de número 2), para captar a água com sedimentos, quando ultrapassado o limite de coleta da calha.



Figura 2: Parcela experimentação em Variota. (ab/2004)

O monitoramento do processo erosivo foi realizado diariamente durante um período chuvoso, de janeiro a julho. Coletaram-se os sedimentos, em cada calha e nos galões coletores. Efetuou-se a medição, a pesagem e a análise da composição granulométrica dos sedimentos e quantidade de matéria orgânica recolhidos. A quantidade de material em cada parcela que continha vegetação não foi expressiva, e por isso as análises dos dados reportaram as demais parcelas. O índice de precipitação foi mensurado com o auxílio de um pluviômetro. Conforme Bertoni e Lombardi Neto (1999), para a determinação das perdas por erosão, sob chuva natural e com talhos munidos de sistemas coletores, os resultados tornar-se-iam mais representativos ainda se a coleta fosse realizada por um tempo mais prolongado. No caso, o experimento foi realizado no período de dois anos, 2004 e 2005, somente no período chuvoso, em que os pequenos agricultores realizam a prática da agricultura.

Etapa de laboratório

Esta etapa consistiu na análise do material coletado em campo.

O solo erodido foi pesado, e foram enviadas amostras ao Centro de Estudos Tecnológicos (CENTEC) onde foi feita análise de física, determinando os valores de areia, silte e argila, bem como a densidade e porosidade. A análise química consistiu na identificação dos nutrientes: matéria orgânica, cálcio, potássio, magnésio, pH, sódio e saturação de bases.

Atividade de gabinete:

Após tabulação dos dados do material erodido e o relacionamento do mesmo com a precipitação, foram analisados alguns fatores da Equação Universal da perda de Solos, em função dos dados disponíveis.

a) A erosividade da chuva.

Correspondeu a relação do material

erodido com a quantidade de chuva.

b) A erodibilidade.

A mesma foi analisada a partir da relação:

$$\frac{\% \text{ areia} + \% \text{ silte}}{\% \text{ argila}}$$

% argila

Com tal relação foi determinada a relação de dispersão em cada parcela do solo: 0 -5 cm; 5 - 10 cm; 10 - 15 cm; 15 - 20 cm; 20 - 25 cm e 25 - 30 cm.

c) O fator topográfico:

Conforme Bertoni (1959), utilizou-se a seguinte fórmula:

$$LS = 0,00984 L^{0,63} \times S^{1,18}$$

Onde:

L é o comprimento da encosta, ou comprimento de rampa, em metros,

S é a declividade expressa em porcentagem

d) Uso, manejo e conservação do solo:

Foi utilizada numa análise dos dados obtidos nas três diferentes parcelas de solo (co plantio, em pusio e com vegetação) em que se analisou a relação percentual de cada área.

Resultados e discussões:

Os resultados alcançados e as avaliações feitas permitiram testar alguns aspectos da Equação Universal de Perdas de Solos de Wischmeier e Smith, até hoje, o método mais conhecido e utilizado internacionalmente. Através de alguns parâmetros dessa Equação e a sua aplicação às condições da Região verificou-se as possibilidades e limitações deste, bem como uma discussão mais séria e

profunda acerca da erosão acelerada no Vale do Acaraú.

Nas áreas em que as parcelas continham vegetação não houve erosão, daí os dados serem representativos destas áreas sem vegetação. Apesar do caráter inicial em termos de pesquisa sobre erosão dos solos, em uma área de maciço no semi-árido, foi-nos permitido obter os seguintes resultados preliminares da remoção por erosão, ainda que as chuvas representaram o principal elemento climático altamente relacionado com os desequilíbrios que se apresentaram. A variação espacial da intensidade das precipitações (volume), associada a sua frequência (concentração em alguns meses do ano), foram fatores primordiais para avaliar o resultado do material erodido. (ver quadros 1 e 2).

Verifica-se, assim, o poder da água no carreamento do solo, e este resultado é coerente com a prática realizada pelos agricultores locais que, anualmente, quando começam a preparar as terras para o plantio inicia-se o processo de remoção de nutrientes pela erosão. Nesta fase, o solo sem cobertura e, exposto à forte erosividade das chuvas no primeiro trimestre do ano, encontra-se muito vulnerável, ficando a mercê dos impactos erosivos pluviais representados pelo "splash", escoamento difuso e concentrado.

Podemos perceber nos quadros (1 e 2) que a vegetação, na área de ambiente da superfície sertaneja, é um dos indicadores mais importantes das condições ambientais, uma vez que resulta da interação entre os demais componentes do meio no tempo e no espaço. Pode ser verificado que, em áreas em que a vegetação permaneceu por um maior período, o processo erosivo foi menor.

Quadro 1: Distribuição mensal da precipitação e solo erodido em Varjota (CE). Ano 2004

Janeiro	P	solo erodido em área (g)			Fev.	P	solo erodido em área (g)			Março	P	solo erodido em área (g)		
		1	2	3			1	2	3			1	2	3
1					1	8	22	35	30	1	7	54	49	23
3					3	10	125	87	76	3				
4					4	5				4				
5					5					5	21	220	180	96
6					6	10	98	102	32	6				
7					7	9	67	45	20	7	35	870	680	720
8					8					8	65	1.780	1.470	1.640
9					9	30				9	63	1.980	1895	1.000
10	15	67	45	15	10					10				
13					13	21	420	510	245	13	16	450	480	390
14					14					14				
15	75	1.850	1.350	980	15					15	5	-	10	5
16					16	72	2.080	1560	1670	16				
17					17	19	245	346	125	17	2	-	-	-
18	55	2.010	1.790	1.325	18	4	21	78	54	18	1	-	-	-
19					19					19				
22	15	32	15	33	22	6	35	87	155	22	12	66	54	39
23	25	350	450	120	23					23				
24					24	5	42	23	12	24	21	78	44	99
25	147	6.500	6.400	5.300	25					25				
27	45	1.550	1.245	820	27	78	4.030	5100	3280	27				
28	15	45	110	135	28					28				
29	8	32	98	75	29	17	79	54	60	29				
Total	400	12.436	11.503	8.803	Total	294	7.264	8.027	5.759	Total	258	5.498	4.862	4.012
abril	P	solo erodido em área (g)			maio	P	solo erodido em área (g)			junho	P	solo erodido em área (g)		
		1	2	3			1	2	3			1	2	3
3	6	73	67	44	3					3				
5					5	30	570	640	450	5				
6					6					6				
7					7	5	98	77	98	7				
8	5	22	48	32	8					8				
17	9	148	246	220	17					17	5	32	12	29
18					18					18				
19	5	15	28	22	19					19	15	430	238	300
20					20	14	358	125	210	20				
22					22					22	7	89	75	30
23	23	670	810	520	23					23				
26	37	1.080	910	748	26					26				
28	8	125	220	198	28					28				
Total	93	2.133	2.329	1.784	Total	49	1.026	842	758	Total	27	551	325	357

P - precipitação (mm)

1 - plantio 2 - pousio 3 - vegetação

As figuras abaixo relacionam a quantidade de material erodido com volume da precipitação.

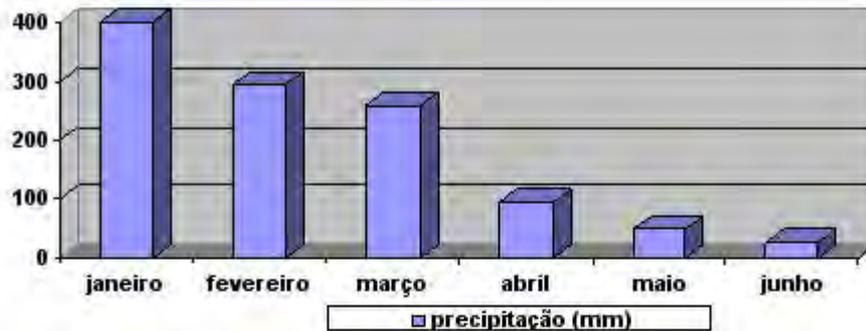


Figura 3: Índice de precipitação em Varjota. 2004.

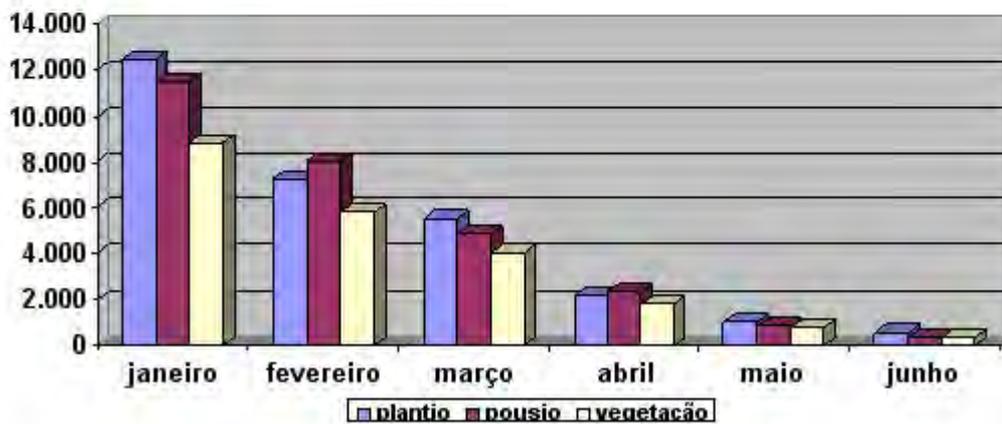


Figura 4: Solo erodido sob diferentes tipos de uso em Varjota. 2004.

Percebe-se as escalas decrescentes da precipitação, sendo acompanhadas da diminuição gradativa da erosão dos sedimentos.

A relação entre precipitação e erosão do solo, também foram proporcionais no ano de 2005, conforme mostra o quadro a seguir.

Quadro 2: Distribuição mensal da precipitação e solo erodido em Varjota (CE) . Ano 2005

janeiro	P	solo erodido em área (g)			fevereiro	P	solo erodido em área (g)			março	P	Solo erodido em área (g)		
		1	2	3			1	2	3			1	2	3
12					12					12	20	230	340	320
13					13	10	145	120	45	13	8	148	124	110
14					14					14				
15					15					15				
16					16	12	180	126	68	16				
17	48	2.200	980	640	17					17				
18	24	1100	1120	645	18					18	20	542	345	720
19					19					19				
20	25	940	625	920	20					20				
21	6	54	87	62	21					21	11	145	98	34
22	5	23	32	15	22					22				
23					23					23				
24					24					24	8	76	60	25
25	10	110	224	87	25					25				
26					26	34	855	756	710	26	6	12	5	10
27	28	550	545	490	27					27				
28	6	54	30	64	28					28	11	134	160	144
29					29					29	32	780	675	430
30					30					30				
31					31					31	30	640	510	308
Total	156	4.841	3.643	3.023	Total	56	1.180	1.002	823	Total	146	5.647	2.607	2.101
abril	P	solo erodido em área (g)			maio	P	solo erodido em área (g)			junho	P	solo erodido em área (g)		
		1	2	3			1	2	3			1	2	3
1	50	1280	1100	1450	1					1				
2					2					2				
3	6	98	720	110	3	51	360	410	250	3				
4					4					4				
5					5					5	8	45	67	54
6	8	45	32	16	6					6				
7					7	9	87	45	78	7				
9					9					9				
10	6	34	55	19	10					10				
11					11					11				
12					12	10	98	65	50	12				
13					13					13				
14					14	14	110	130	80	14	10	15	23	12
18					18	12	75	90	42	18				
19					19					19				
20	6	22	15	18	20					20				
21					21					21				
22					22					22				
23					23					23				
24	16	190	45	32	24					24				
25					25					25				
26					26					26				
27					27					27				
28	54	1.780	610	320	28					28				
Total	146	3.449	2.577	1.765	Total	96	730	740	500	Total	18	60	90	66

P - precipitação (mm)
 1 - plantio 2 - pousio 3 - vegetação

A particularidade que se pode observar, através das figuras (5 e 6), é o índice de erosão diferenciado na parcela de plantio de milho e feijão durante os meses de março e abril.

Observa-se, ainda, que a área de plantio apresenta um menor índice de erosão entre as demais durante o mês de maio (ver figura 6), talvez em função do elevado índice de material que ela tenha erodido nos meses antecedentes e ficado acessível para deslocar-se em outros momentos de chuva.

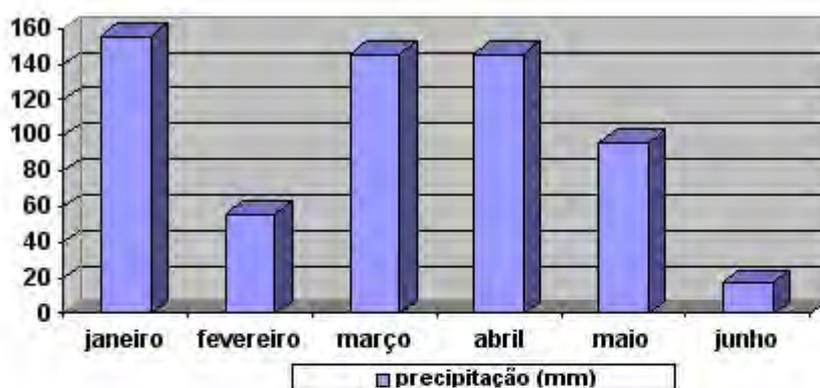


Figura 5: Índice de precipitação em Varjota, 2005.

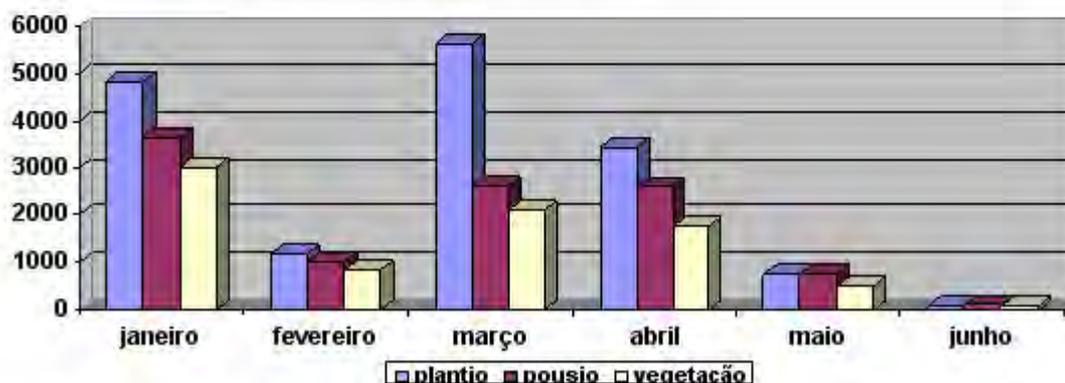


Figura 6: Solo erodido sob diferentes tipos de uso em Varjota, 2005.

De acordo com a tabela 1, com relação às propriedades físicas, verifica-se que os solos plantados com milho e feijão apresentaram uma menor quantidade de argila na camada superficial, o que os enquadra na classe textural

areia franca com menor quantidade de argila em relação aos demais sistemas de manejo que apresentaram a classe textural franco-arenosa. Em maiores profundidades, houve um predomínio da classe textural franco argilo-

arenoso em todos os sistemas de manejo estudados.

Na área de plantio de milho e feijão a densidade do solo (Ds) atingiu um valor elevado ($1,49\text{g} / \text{cm}^3$) na profundidade de 0 – 5 cm, bem superior aos demais sistemas de manejo, o que caracteriza uma grave compactação e é indicativo de degradação do solo. Além disso, esse sistema de manejo mostrou uma porosidade total (PT) em torno de 43 % na mesma profundidade citada em relação aos demais sistemas de manejo que apresentaram valores próximos a 50% (tabela 1),

É possível que o aumento de Ds e redução da PT no sistema de plantio

convencional estejam relacionados com o menor teor de matéria orgânica (SILVA, 2000), o processo constante de umedecimento e secagem, além do impacto de gotas de chuvas sobre a superfície do solo em função da ausência de cobertura vegetal nessa área, favorecendo a desagregação e remoção de partículas (ALBUQUERQUE et al. 2001) e contribuindo para a translocação de partículas mais finas para os horizontes inferiores, o que leva ao entupimento dos poros. Este fato possibilita maior arraste de partículas no sentido da declividade nesse sistema, pelo efeito do escoamento superficial de maior volume de água, o que, de certa forma, favorece os processos erosivos, implicando em danos à produtividade.

Tabela 1: Características físicas de um Argissolo sob diferentes tipos de manejo, no município de Varjota-CE.

Profundidade	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classificação textural	Ds	PT
						g cm^{-3}	%
-----g / kg-----							
Solo em pousio							
0 – 5 cm	614	180	105	121	franco arenoso	1,34	48
5 – 10 cm	559	157	160	124	franco arenoso	1,33	51
10 – 15 cm	537	162	149	152	franco arenoso	1,35	48
15 – 20 cm	396	306	143	155	franco arenoso	1,41	47
20 – 25 cm	502	146	142	210	franco argilo arenoso	1,40	48
25 – 30 cm	486	158	147	209	franco argilo arenoso	1,44	46
Solo com milho e feijão							
0 – 5 cm	525	265	139	71	areia franca	1,46	44
5 – 10 cm	470	244	164	122	franco arenoso	1,33	48
10 – 15 cm	435	222	179	164	franco arenoso	1,21	52
15 – 20 cm	380	220	194	206	franco argilo arenoso	1,22	51
20 – 25 cm	358	207	191	244	franco argilo arenoso	1,22	50
25 – 30 cm	356	189	193	262	franco argilo arenoso	1,21	55
Solo sob vegetação							
0 – 5 cm	437	176	259	128	franco arenoso	1,29	48
5 – 10 cm	435	185	238	142	franco arenoso	1,29	45
10 – 15 cm	384	162	258	196	franco arenoso	1,26	46
15 – 20 cm	347	159	256	238	franco argilo arenoso	1,30	46
20 – 25 cm	320	149	243	288	franco argilo arenoso	1,31	47
25 – 30 cm	289	135	265	311	franco argiloso	1,26	46

Ao analisarmos a tabela 2, as taxas de erosão do material erodido em Varjota, apresentaram índices significativos nos teores de areia, silte, argila, e tudo se relaciona diretamente com o material coletado, no momento da montagem do experimento. Da

mesma forma, esses dados evidenciam o empobrecimento e tendência ao declínio da capacidade de suporte e desenvolvimento vegetal indo refletir, diretamente, nas condições de equilíbrio entre adições e perdas.

Tabela 2: Características físicas do solo erodido sob diferentes tipos de manejo, no município de Varjota -CE.

Profundidade	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classificação textura	Ds	PT
	-----g / kg-----					g cm ⁻³	%
Solo em pousio							
2004	51,3	13,5	20,1	15,1	franco arenoso	1,35	2,60
2005	47,2	16,0	22,6	14,2	franco arenoso	1,31	2,59
Solo com milho e feijão							
2004	60,2	13,5	15,8	10,5	franco arenoso	1,39	2,14
2005	59,5	15,0	14,2	11,3	franco arenoso	1,33	2,25
Solo sob vegetação							
2004	45,5	28,0	10,0	16,5	franco arenoso	1,29	2,60
2005	44,3	23,0	15,5	17,2	franco arenoso	1,38	2,51

Os dados revelam que, em todas as situações referentes às práticas de manejo, e o mesmo se aplica a Varjota, a precipitação não exerce uma uniformidade em termos de quantidade de chuva e de material erodido. Isso pode estar relacionado a intensidade da chuva, que, por sua vez pode relacionar-se à duas situações: (a) do fato de que a precipitação tenha se avolumado em um curto período de tempo e com isso tenha desenvolvido uma maior intensidade e (b) a distribuição resultar durante o dia, em menor velocidade e menor força.

Outra situação que difere na relação precipitação e erosão tem a ver com a deposição do solo, pois o mesmo pode percorrer no interior da calha durante certa distância e depositar-se ali, dependendo da intensidade da chuva, e, uma próxima chuva, mesmo com menor intensidade, pode ser o suficiente para o material erodido chegar à calha receptora.

Entretanto, outras situações são observadas, mediante os dados coletados:

· Erodibilidade do solo

Com base nos dados, chega-se ao fator erodibilidade do solo, que é a sua vulnerabilidade ou suscetibilidade à erosão. Um solo com alta suscetibilidade sofrerá mais erosão do que um com baixa erodibilidade, se ambos estiverem expostos a uma mesma chuva (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

Como sabemos a determinação do índice de erodibilidade é dada como sendo a razão entre a relação de dispersão (teor de argila natural/teor de argila dispersa) e a relação argila dispersa/unidade equivalente.

Nos experimentos em Varjota, a relação de dispersão apresentou o seguinte índice:

Quadro 3: Índice de dispersão do solo em Varjota (CE)

Amostra	Relação de dispersão
0-5 cm	0,50
5-10 cm	0,34
10-15 cm	0,36
15-20 cm	0,51
20-25 cm	0,46
25-30 cm	0,41

Nos levantamentos do PROJETO RADAMBRASIL (1981), para o estado do Ceará, os Podzólicos Vermelho-Amarelo, classificados, atualmente, como Argissolos, apresentaram erosão laminar ligeira, laminar moderada a laminar severa.

- **Fator topográfico**

Quanto ao fator topográfico, nos foi permitido fazer algumas considerações, pautados em Bertoni (1959), que considera o comprimento de declive da encosta e a sua declividade (L e S) normalmente analisada em conjunto (Fator Topográfico).

Em Varjota, foram obtidos os seguintes dados:

Quadro 4: Declividade da encosta (S) e comprimento da vertente (L) de Varjota

Identificação	Estação (1)	Estação (2)	Estação (3)
Declividade (%)	10,8	10,2	15,8
Comprimento da vertente (m)	200	23,0	31,7
Uso	Plantio	Vegetação fechada	Pousio

Quadro 5: Valores do Fator Topográfico (LxS) de Varjota- CE

Uso (LxS)	Estação (1)	Estação (2)	Estação (3)
Fator Topográfico	2,28	2,58	2,34

O sistema de manejo mata fechada apresentou os maiores valores (2,58) seguido do sistema pousio (2,34) e plantio (2,28). Essas pequenas diferenças são, exatamente, proporcionais às declividades e comprimentos das vertentes, mais suaves do que em Monsenhor Tabosa.

- **Uso, manejo e conservação dos solos**

Nesse item, vamos avaliar o fator Uso, Manejo e Conservação dos Solos dos experimentos, sabendo de antemão que esse parâmetro da Equação Universal de Perdas de Solos, fator CP, foi o único obtido experimentalmente, contribuindo, portanto para o enriquecimento das Pesquisas em Erosão do semi-árido nordestino.

No município de Varjota a erosão do solo apresentou o seguinte resultado:

Tabela 3: Precipitação e solo erodido em diferentes sistemas de manejo no município de Varjota - CE

Meses	Precipitação (mm)	Solo erodido (g)		
		Plantio	Pousio	Mata
2004				
Janeiro	408	12.438	11.503	8.803
Fevereiro	294	7.264	8.027	6.759
Março	258	5.498	4.862	4.012
Abril	93	2.133	2.329	1.784
Maio	49	1.026	842	758
Junho	27	551	325	357
TOTAL	1.129	28.908	27.928	22.473
2005				
Janeiro	156	4.841	3.643	3.023
Fevereiro	56	1.180	1.002	823
Março	146	5.847	2.607	2.101
Abril	146	3.449	2.577	1.765
Maio	96	730	740	500
Junho	18	60	90	66
TOTAL	618	15.907	10.660	8.278

Em 2004, com um total de 1.129,0 mm de chuva, o manejo relacionado ao Plantio perdeu 37 % seguido do manejo Pousio, 36 % e Mata Fechada, 27 % sendo as perdas de solos proporcionais às chuvas.

Em 2005, chovendo cerca de metade do ano anterior, as perdas foram respectivamente 41 % para plantio, 32 % para pousio e 27 % para mata fechada.

Podemos concluir que, em Varjota, as perdas de terras apresentaram resultados previstos, sendo proporcionais às chuvas e aos tipos de manejo, deduzindo-se que o manejo convencional proporcionou maior perda, seguido do pousio e, por último, da mata fechada.

Os resultados de Varjota, para o ano 2005 representaram perdas menores face às precipitações também menores, apontando o aumento do poder erosivo das chuvas quando se aumenta a sua intensidade.

A despeito da determinação experimental das perdas de solos por sistema de manejo nas condições apresentadas, uma das conclusões mais importantes do presente estudo diz respeito às altíssimas perdas de nutrientes carregados juntamente com os sedimentos. Com base em estudos efetuados em outras áreas, faremos algumas reflexões.

Em área de ambiente de ambiente de superfície sertaneja (Varjota)

Os resultados das análises químicas, organizados na tabela 4, mostram que os solos estudados apresentaram, ao longo do perfil, boas características químicas, com exceção do P que mostrou baixos valores, com saturação de bases superiores a 50%, o que lhes confere um caráter eutrófico e pH próximo à neutralidade, conforme Alvarez V. et al. (1999). O solo sob mata mostrou ainda um maior teor de matéria orgânica na camada superficial em relação aos demais sistemas de manejo em função da queda constante de resíduos orgânicos naquele ambiente. Verifica-se uma tendência de diminuição da matéria orgânica em profundidade com exceção do sistema plantado com milho e feijão que mostrou um ligeiro aumento a partir da camada superficial até a profundidade de 20 cm, provavelmente por perdas desta variável através de processo erosivo no horizonte superficial.

Tabela 4: Características químicas de um Argissolo, no município de Varjota -CE

Profundidade	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H + Al	SB	V
		dag kg ⁻¹	Mg dm ⁻³	mmol. dm ⁻³			%		
Solo em pousio									
0 - 5 cm	7,1	13,4	11	3,4	29	14	5,8	46,4	84
5 - 10 cm	7,1	12,0	10	2,8	34	12	11,4	48,8	81
10 - 15 cm	7,0	10,1	10	2,8	28	15	14,2	46,8	75
15 - 20 cm	7,1	10,2	8	2,8	24	16	16,6	42,8	72
20 - 25 cm	7,0	7,8	5	3,2	29	14	15,2	41,2	73
25 - 30 cm	6,9	6,9	6	3,2	24	14	14,5	74,0	74
Solo com milho e feijão									
0 - 5 cm	7,2	11,4	4	3,1	23	14,0	26,7	40,1	60
5 - 10 cm	7,2	10,5	4	2,0	24	11,0	20,8	39,0	64
10 - 15 cm	7,1	11,2	3	1,8	30	10,0	25,4	41,6	62
15 - 20 cm	7,0	10,9	0	1,8	24	9,0	25,4	39,8	61
20 - 25 cm	7,1	9,5	1	1,8	22	9,2	22,0	33,0	60
25 - 30 cm	7,1	9,9	1	7,6	24	9,4	28,4	41,0	59
Solo sob mata									
0 - 5 cm	6,9	23,4	4	6,0	52	27	18,0	95,0	84
5 - 10 cm	7,0	19,5	3	3,4	48	22	10,0	73,4	88
10 - 15 cm	6,9	14,6	2	2,8	48	24	13,2	74,8	85
15 - 20 cm	7,1	15,2	0	2,6	49	24	16,5	75,6	82
20 - 25 cm	7,0	13,1	0	2,6	50	20	18,1	72,6	80
25 - 30 cm	7,0	9,4	0	2,7	45	21	13,0	68,7	84

Com relação ao material erodido, o teor dos nutrientes foi, em geral, elevado nos três sistemas de manejo com características químicas parecidas com solos nas condições originais antes de ser erodido (Tabela 5). O magnésio revelou uma taxa de enriquecimento maior no sedimento erodido do que no solo que se originou do sistema plantado com milho e feijão. Esse comportamento pode ser devido a textura do material transportado pela erosão, o qual provavelmente é rico em silte e argila, uma vez que estas frações granulométricas são as mais facilmente transportadas e mais ricas em nutrientes adsorvidos (SCHINCK et al., 2000)

Tabela 5: Características químicas dos sedimentos erodidos de um Argissolo, no município de Varjota.

Manejo	pH	MO	P	K	Ca	Mg	SB	V
		--dag kg ⁻¹	(mg dm ⁻³)	-----mmol dm ⁻³ -----				---%---
2004								
Pousio	6,8	14,3	11	3,39	20,0	13,8	38,5	88
Plantio	7,0	11,4	4	3,03	16,5	19,0	40,0	64
Mata	7,1	20,4	6	4,8	48,1	22,1	74,0	79
52005								
Pousio	7,6	15,4	7	3,1	32,5	9,4	45	85
Plantio	6,8	9,3	3	2,2	17,2	14,2	33,6	61
Mata	7,2	19,1	3	4,8	51,1	13,5	69,4	81

Considerações Finais

Com relação aos fatores experimentais, embora estes tenham sido bem delimitados, o fato de a análise ter sido realizada em um área de dimensão limitada, leva-nos a questionar a validade dos dados caso fôssemos utilizá-los em um modelo para fins de planejamento em todo o maciço, em toda a superfície ou em toda a zona litorânea. Fica proposto que, para fins de análises, em termos de processos, é relevante considerar a importância das áreas agriculturáveis em nível de repouso, ou pousio. E, de fato, os dados obtidos mostraram que o fator erosão mostrou-se menos intenso nas áreas com cobertura e com maior tempo de vegetação presente, o que influenciou diretamente na estrutura do solo e em seus nutrientes

presentes, conforme análises físicas e químicas. Associado a isso, e condicionando o todo, o fator relevo, que, através de suas declividades, evidenciou a natureza e magnitude dos processos, acelerando o deslocamento dos nutrientes em seus elementos físicos e químicos de forma que estariam condicionadas às suas declividades. Sempre maior será o processo quanto mais acentuada for a vertente.

Pode-se concluir também que o índice de precipitação é um fator primordial para análise, já que os gráficos apontaram a proporção do total de chuva equivalente ao material erodido, isto nas três situações de manejo.

Bibliografia

ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V.S. Efeito do desmatamento da caatinga sobre as perdas de solo e água de um Luvisolo em Sumé (PB). R. Bras. Ci. Solo, 25: 121-128, 2001.

ALVAREZ V. V., V.H., NOVAES, R.F.; BARROS, N.F. et al. Interpretação dos resultados das

análises de solos. In RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. (Ed.) Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG), 1999, p. 25-32.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO. Conservação do

solo. São Paulo. Ícone Editora. 1999.

FALCÃO, C.L.C. Avaliação dos efeitos da erosão na produtividade. XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. São Paulo. Dissertação de Mestrado. UFC. Fortaleza. 2005. 98p.

FALCÃO SOBRINHO, J. e FALCÃO, C.L.C. (Org.) Semi-Árido: diversidades, fragilidades e potencialidades. Edições Sobral. Sobral, 2006.

FALCÃO SOBRINHO, J.; FALCÃO, C.L.C. O processo erosivo e a mata ciliar do rio Acaraú na Serra das Matas (Ce). Revista Mercator/UFC, nº 7. 2005.

FALCÃO SOBRINHO, J. e FALCÃO, C.L.C. (2004). Técnicas de monitoramento de processos erosivos. (mimeografado). Sobral, Ceará. 10p

FUNCEME. Dados de precipitação do estado do Ceará (1984 a 2005) Fortaleza, 2006.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Mapa de reconhecimento de solos do estado do Ceará, escala 1:600.000, 1972.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Ceará, escala 1:600.000. Ceará, 1978.

GUERRA, A. J. T. Geomorfologia - Exercícios, técnicas e aplicações. Capítulo 4. Rio de Janeiro, Ed. Bertrand Brasil, 139- 155, 1996.

LESPH, I.F.; BELLINAZZI Jr., D; ESPINDOLA, C.R. Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso. SBCE. São Paulo, 1991.

ROSS, J.L.S. Geomorfologia, ambiente e planejamento. Contexto. São Paulo, 1991.

SAUER, C.O. Geografia Cultural. 1931. In. ROSENDAHL, Z; CORRÊA, R.L. Paisagem, tempo e cultura. Ed. UERJ. Rio de Janeiro. 2000. p. 16-98.

SEGANFREDO, M.L.; ELTZ,, F.L.F. e BRUM, A. C. R. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão de culturas em plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 21: 287-291, 1997.

SCHINCK, J.; BERTOL, I.; BALBINOT JÚNIOR, A.A. e BATISTELA. O Erosão hídrica em cambissolo húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: II Perdas de nutrientes e carbono orgânico. R. Bras. Ci. Solo, 24: 437-426, 2000.

SILVA, J. R. C. Erosão e produtividade do solo no semi-árido. In: OLIVEIRA, T. S. de; ASSIS JR. R. N. e ROMERO, R. E. eds. Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido. Capítulo 10 Fortaleza; UFC, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 169-213. 2000.

SOUZA, M. J. N. Contribuição ao Estudo das Unidades Morfo-estruturais do Estado do Ceará. In: Revista de Geologia/UFC. Fortaleza, 1988.

Trabalho enviado em fevereiro de 2007

Trabalho aceito em fevereiro de 2007

