

EROSÃO EM AMBIENTE DE TABULEIRO LITORÂNEO

José Falcão Sobrinho* e
Jurandyr Luciano Sanches Ross**

Resumo

O presente ensaio objetiva analisar a erosão do solo, em suas propriedades físicas. A área objeto de estudo foi o município de Morrinhos, este inserido em ambiente de tabuleiro litorâneo no estado do Ceará. Para fins experimentais foram delimitadas três áreas sob diferentes usos de manejo do solo.

Palavras chaves: erosão, tabuleiro litorâneo, solos.

Summary

This paper aims to examine soil erosion, in its physical properties. The object of study area was the city of Morrinhos, inserted in this environment of littoral board in the state of Ceara. For experimental purposes were defined three areas under different uses of soil management.

Key words: erosion, board littoral, soils

Introdução

O presente ensaio visa contribuir com uma amostragem, baseada em dados de erosão do solo, em seus componentes físicos, com fins quantitativos, quando efetuado 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, priorizando o ambiente de tabuleiro litorâneo, em Morrinhos (CE), 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, com suas irregularidades, porém propiciando dinâmica dos nutrientes e remodelando a paisagem.

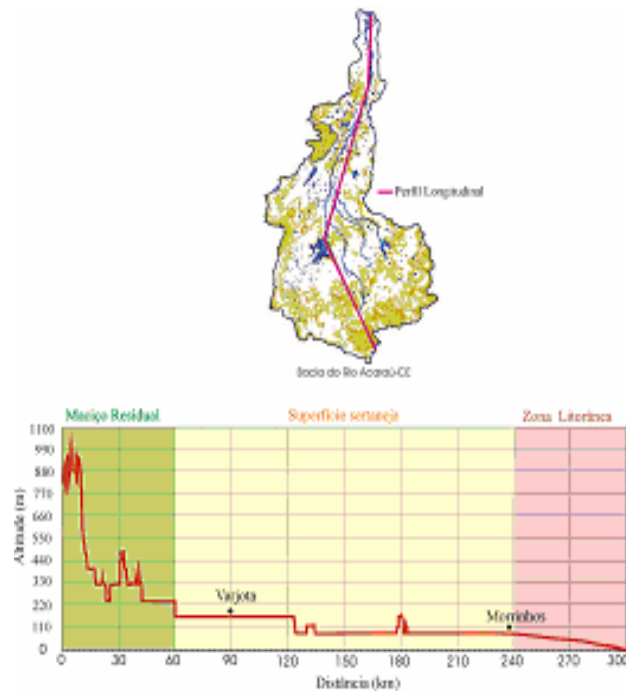
A área de estudo

O município de Morrinhos, cuja localização é Latitude (S) 3º 13' 46" e Longitude (W) 40º 07'30", insere-se em área de tabuleiros e é fruto de um intenso e contínuo processo de acumulação de sedimentos. O mesmo situa-se na bacia hidrográfica do rio Acaraú (ver figura 1).

*Universidade Estadual Vale do Acaraú/UVA, Sobral (CE)

**Universidade de São Paulo/USP

Figura 1: Morrinhos inserido na bacia do rio Acaraú (CE)



A referida área é constituída por sedimentos plio-pleitocênicos do Grupo Barreiras, e representa um dos mais típicos glaciais de deposição do território cearense. Inclinando-se suavemente do interior para o litoral, a superfície desse tabuleiro situa-se, quase sempre, abaixo dos 100m de altitude. Fracamente pela drenagem, os tabuleiros sublitorâneos são constituídos por amplos retalhos de superfícies horizontais, separados por vertentes pouco pronunciadas, donde o caráter inoperante dos interflúvios

De maneira geral, as áreas de tabuleiros são constituídas basicamente pelos sedimentos do Grupo Barreiras e têm altitudes

variáveis em torno de 100 metros. Pode-se constatar, visivelmente, como sendo uma área de rampa suavemente inclinada para o litoral, com declividades diferenciadas.

Segundo Souza (1988), as áreas de tabuleiros, de forma generalizada, representam um típico glacial de deposição, que, sulcado pela drenagem que demanda o litoral, isola interflúvios de feições tabuliformes. Daí o termo popular – “tabuleiros” – consagrado pela literatura geográfica brasileira.

A pequena capacidade de incisão linear, proporcionada por uma drenagem de fluxo

hídrico lento, confere a amplitude altimétrica entre o topo dos interflúvios e os fundos de vales.

As vertentes que se inclinam de modo gradativo para os fundos de vales, têm, quase sempre, feições retilíneas, expondo, às vezes, um material concrecionário, cuja natureza ferralítica do cimento, dificulta o trabalho erosivo.

Observa-se nesse ambiente que as feições do relevo que compõem o cenário da paisagem, têm, no geral, uma cobertura arenosa. Em pontos isolados evidencia-se uma textura arenosa.

Em função da textura arenosa, prevalecem condições para a percolação da água, permitindo que os solos desenvolvam uma drenagem excessiva, limitando a ação erosiva dos processos pluviais e acentuando os efeitos da lixiviação.

Quanto aos solos, os Neossolos Litólicos ocupam uma extensa área no cenário desse ambiente, como é o caso em nossa área de estudo.

De acordo com a SEPLAN (1994), os Neossolos Litólicos pertencem a uma classe de solos normalmente arenosa, pouco desenvolvida, não hidromórfica, com sequência de horizontes A – C ou A – Cr. Contém os Neossolos Litólicos teores de minerais facilmente intemperizáveis. O material originário corresponde, em grande parte, ao saprolito do granito e arenito feldspático do cretáceo, ocorrendo também ganisses e migmatitos do pré-cambriano.

No geral, são os Neossolos Litólicos moderadamente profundos, porosos e excessivamente drenados, características, decerto, associadas à profundidade. Têm um horizonte A com espessura de 10 a 30 cm. O horizonte C apresenta espessura entre 60 a 150 cm. A coloração desse tipo de solo é comumente clara.

No que se refere ao uso atual dos Regossolos, é observada a agricultura de subsistência, como milho, feijão e mandioca. Em extensas áreas em que se tem a predominância de Neossolos Litólicos, verifica-se a presença do cajueiro.

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 conservada há 10 anos, sem intervenção antrópica; b) uma área em pousio, há pelo menos três anos e c) uma área com uso contínuo, ou seja, onde praticou-se um tipo de cultura ao longo de vários anos, no caso, plantio de milho que é a cultura mais empregada no semiárido cearense.

Fez-se 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: (a) O experimento foi realizado em uma área de fácil acesso, em um sítio, evitando-se a influência externa, principalmente a circulação de animais; (b) buscou-se para que as vertentes apresentassem declividades com semelhanças; (c) as áreas foram representativas das condições de uso comumente encontradas na região, ou seja, prática de queimada no desbravamento e plantio sem cobertura do solo.

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 ou outra. Foram utilizadas placas de alumínio com 2 a 4 mm de espessura com 50 cm de largura, sendo enterradas 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.
(dezembro/2003)



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. Efetuaram-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 apresentou expressividade, com isso as análises dos dados reportaram as demais parcelas. Para quantificar o índice de precipitação utilizou-se de um pluviômetro. Conforme Bertoni e Lombardi Neto (1999), para a determinação das perdas por erosão, sob chuva natural, com talhos munidos de sistemas coletores, os resultados tornar-se-iam mais representativos, ainda, com as determinações por um tempo mais prolongado. No caso, o experimento realizou-se no período de dois anos, em 2004 e 2005, somente no período chuvoso, em que os pequenos agricultores realizam a prática da agricultura.

Resultados e discussões

Os resultados alcançados e as avaliações feitas permitiram testar alguns aspectos da Equação Universal de Perdas de Solos de Wishmeier e Smith, até hoje, o método mais conhecido e utilizado internacionalmente. Buscou-se levantar através de alguns parâmetros dessa Equação e a sua aplicação às condições da Região e com esse procedimento, viram-se as possibilidades e limitações, bem como a necessidade de uma discussão mais séria e profunda acerca da erosão acelerada na área em estudo.

Nas áreas em que as parcelas continham vegetação não houve erosão, daí os dados serem representativos das áreas sem vegetação. Apesar do caráter inicial em termos de pesquisa sobre erosão dos solos, em uma área de tabuleiro litorâneo, foi-nos permitido obter os seguintes resultados preliminares da remoção por erosão, onde 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 o poder da água no carreamento do solo, este resultado é coerente com a prática realizada pelos agricultores locais, onde 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 à mercê dos impactos erosivos pluviais representados pelo "splash", escoamento difuso e concentrado.

Nos quadros a seguir tem-se a relação da precipitação diária e do material que foi erodido, nos dias em que ocorreram tais eventos.

janeiro	Prec. mm	solo erodido em área (g)			fevereiro	Prec. mm	solo erodido em área (g)			março	Prec. mm	solo erodido em área (g)		
		A	B	C			A	B	C			A	B	C
1					1	4,6	20	11	16	1	10,8	15	11	12
3					3	3,8	11	8	9	3				
4					4	9,6	13	5	14	4	8,1	16	9	9
5					5	1,4	-	2	-	5	19,0	32	41	28
7					7	20,1	310	450	138	7	11,3	45	51	35
8					8	15,1	78	20	45	8	3,2	-	7	4
9					9	60,9	1.050	548	720	9	15,1	61	13	29
10					10					10	4,6	16	15	5
12	4,2	-	-	11	12					12				
13					13	3,2	14	17	-	13	11,5	33	19	22
14	6,4	22	11	8	14	6,4	40	35	22	14				
15	7,1	14	15	16	15					15				
16					16	10,5	21	12	17	16				
17	37,1	157	28	98	17	46,2	38	23	47	17				
18					18	19,5	75	92	23	18				
21	66,1	340	245	195	21	17,4	52	13	32	21				
22					22	38,0	450	510	225	22				
23	7,3	12	21	10	23					23	3,2	20	19	7
24	113,2	2.800	2.770	2.012	24	6,2	17	21	19	24				
25	60,8	220	195	205	25					25	4,3	4	7	10
26	7,3	5	11	18	26	5,0	9	25	11	26				
27	26,5	84	75	31	27					27				
28	19,9	55	70	79	28					28				
29	102,2	1.300	910	830	29	15,8	92	75	61	29				
30	14,8	10	-	25	30					30				
31	8,9	12	8	2	31					31				
Total	481,8	5.031	4.359	3.540	Total	283,7	2.290	1.867	1.399	Total	91,1	242	192	161
abril	Prec. mm	solo erodido em área (g)			maio	Prec. mm	solo erodido em área (g)			junho	Prec. mm	solo erodido em área (g)		
		A	B	C			A	B	C			A	B	C
2					2					2	5,5	23	17	22
5					5	10,3	110	98	65	5				
6	1,8	-	-	5	6					6				
9	5,4	110	54	47	9					9				
13	1,2	12	17	-	13					13				
21					21	9,8	79	85	45	21	3,2	15	18	2
23					23					23	2,2	17	11	-
26	21,8	50	28	32	26					26				
29					29					29	7,5	39	21	11
Total	30,2	172	99	84	Total	20,1	189	183	110	Total	12,9	71	50	13

Quadro 1: Distribuição mensal da precipitação e solo erodido em Morrinhos –

Ano 2004

A – plantio; B – pousio; C - vegetação

As figuras a seguir evidenciam a representação mais comum que se vem

apresentando em relação à quantidade de material erodido acompanhado do volume da precipitação

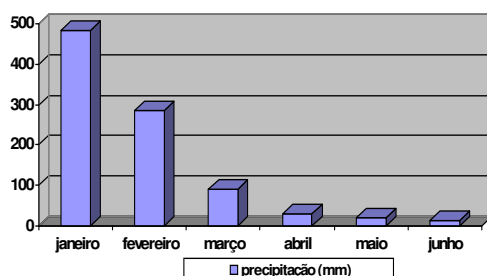


Figura 3: Índice de precipitação (mm) em Morrinhos. 2004.

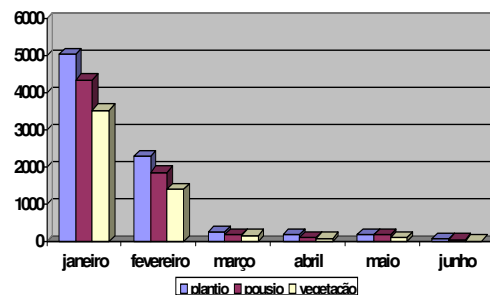


Figura 4: Solo erodido (g) sob diferentes tipos de uso em Morrinhos. 2004.

No quadro seguinte, o índice de condições naturais que a área propicia. material erodido acompanha a realidade das

janeiro	Prec. mm	solo erodido em área (g)			Fevereiro	Prec. mm	solo erodido em área (g)			março	Prec. mm	solo erodido em área (g)		
		A	B	C			A	B	C			A	B	C
1					1	4,6	20	11	16	1	10,8	15	11	12
3					3	3,8	11	8	9	3				
4					4	9,6	13	5	14	4	8,1	16	9	9
5					5	1,4	-	2	-	5	19,0	32	41	28
7					7	20,1	310	450	138	7	11,3	45	51	35
8					8	15,1	78	20	45	8	3,2	-	7	4
9					9	60,9	1.050	548	720	9	15,1	61	13	29
10					10					10	4,6	16	15	5
12	4,2	-	-		12					12				
13					13	3,2	14	17	-	13	11,5	33	19	22
14	6,4	22	11		14	6,4	40	35	22	14				
15	7,1	14	15		15					15				
16					16	10,5	21	12	17	16				
17	37,1	157	28		17	46,2	38	23	47	17				
18					18	19,5	75	92	23	18				
21	66,1	340	245		21	17,4	52	13	32	21				
22					22	38,0	450	510	225	22				
23	7,3	12	21		23					23	3,2	20	19	7
24	113,2	2.800	2.770	2.012	24	6,2	17	21	19	24				
25	60,8	220	195	205	25					25	4,3	4	7	10
26	7,3	5	11		26	5,0	9	25	11	26				
27	26,5	84	75	31	27					27				
28	19,9	55	70	79	28					28				
29	102,2	1.300	910	830	29	15,8	92	75	61	29				
30	14,8	10	-	25	30					30				
31	8,9	12	8	2	31					31				
Total	481,8	5.031	4.359	3.540	Total	283,7	2.290	1.867	1.399	Total	91,1	242	192	161
abril	Prec. mm	solo erodido em área (g)			maio	Prec. mm	solo erodido em área (g)			junho	Prec. mm	solo erodido em área (g)		
		A	B	C			A	B	C			A	B	C
2					2					2	5,5	23	17	22
5					5	10,3	110	98	65	5				
6	1,8	-	-		6					6				
9	5,4	110	54	47	9					9				
13	1,2	12	17	-	13					13				
21					21	9,8	79	85	45	21	3,2	15	18	2
23					23					23	2,2	17	11	-
26	21,8	50	28	32	26					26				
29					29					29	7,5	39	21	11
Total	30,2	172	99	84	Total	20,1	189	183	110	Total	12,9	71	50	13

Quadro 2: Distribuição mensal da precipitação e solo erodido em Morrinhos -

Ano 2005

A – plantio; B – pousio; C - vegetação

Os baixos índices de material erodido apresentados no quadro 2 podem ser visualizados

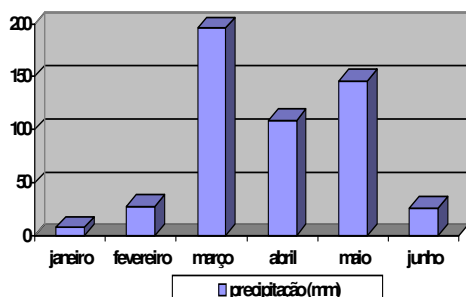


Figura 5: Índice de precipitação (mm) em Morrinhos. 2005.

nas figuras (5 e 6).

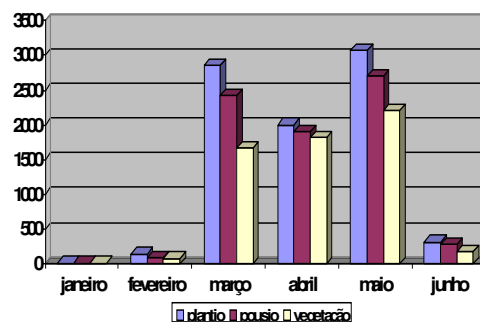


Figura 6: Solo erodido (g) sob diferentes tipos de uso em Morrinhos. 2005.

O material erodido em Morrinhos, em sua composição física, de areia, silte e argila, correspondem, proporcionalmente, ao material que havia no terreno (ver tabelas 1 e 2).

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

Profundidade	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classificação textural	Ds	PT
	g / kg					g cm ⁻³	%
Solo em pousio							
0 – 5 cm	51,2		40,0	4,5	4,3	arenoso	1,49
5 – 10 cm	50,2		39,9	4,9	5,0	arenoso	1,43
10 – 15 cm	50,0		38,7	6,0	4,3	arenoso	1,48
15 – 20 cm	52,0		38,9	4,0	5,1	arenoso	1,45
20 – 25 cm	51,2		37,0	6,0	5,8	arenoso	1,43
25 – 30 cm	50,0		39,6	5,4	5,0	Franco arenoso	1,42
Solo com milho e feijão							
0 – 5 cm	50,0		40,9	4,0	5,1	Areia franca	1,59
5 – 10 cm	49,9		39,9	5,0	5,2	arenoso	1,53
10 – 15 cm	49,8		40,1	5,1	5,0	arenoso	1,49
15 – 20 cm	50,1		40,4	5,5	4,0	arenoso	1,48
20 – 25 cm	50,0		41,3	4,7	4,0	arenoso	1,53
25 – 30 cm	49,8		39,3	5,4	4,5	arenoso	1,48
Solo sob mata							
0 – 5 cm	48,6		39,4	5,5	6,5	arenoso	1,39
5 – 10 cm	47,9		38,3	6,8	6,0	arenoso	1,49
10 – 15 cm	48,7		37,5	6,9	6,9	arenoso	1,46
15 – 20 cm	48,9		39,8	5,0	6,3	arenoso	1,44
20 – 25 cm	49,0		38,1	6,0	6,9	arenoso	1,45
25 – 30 cm	48,0		38,2	7,0	6,8	arenoso	1,55

Com relação às propriedades físicas podemos verificar que os solos de todos os sistemas estudados mostraram a classe textural de solo arenoso em todo o perfil, com pequenas quantidades de argilas cujos teores estão sempre abaixo de 7% (Tabela 1), o que pode explicar a baixa fertilidade natural, pois a argila possui a propriedade de reter cátions, tais como cálcio, magnésio e potássio, elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas.

Em todos os solos, a densidade do solo (Ds) atingiu valores superiores a 1,50g / cm³ em boa parte do perfil, o que caracteriza uma grave compactação e dificulta a infiltração de água e deixa o solos ainda mais suscetível aos processos erosivos.

O material erodido correspondeu ao material pré-existente.

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

Profundidade	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classificação textural	Ds	PT
-----g / kg-----						g cm ⁻³	%
Solo em pousio							
2004	67,2	30,1	1,4	1,3	arenoso	1,49	47
2005	68,2	29,6	1,2	1,0	arenoso	1,49	49
Solo com milho e feijão							
2004	66,0	30,9	2,0	1,1	Areia franca	1,50	46
2005	63,9	33,7	1,2	1,2	arenoso	1,51	48
Solo sob vegetação							
2004	62,7	32,3	2,5	2,5	arenoso	1,40	49
2005	61,8	34,4	1,8	2,0	arenoso	1,46	49

Os dados revelam que, em todas as situações referentes às práticas de manejo a precipitação não exerce uma uniformidade em termos de quantidade de chuva e de material erodido. Isso pode estar relacionado à intensidade da chuva, que por sua vez pode relacionar-se a duas situações: (a) em ter a precipitação avolumada em um curto período de tempo e com isso desenvolver 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 a erosão relaciona-se à 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, durante uma próxima chuva, mesmo com menor intensidade, esta condição 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. Uma recíproca da resistência à erosão. Um solo com alta suscetibilidade sofrerá mais erosão 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.

Bouyoucos (1935), citado no RADAMBRASIL (1981) diz que a erodibilidade do solo é proporcional à seguinte relação:

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

No município de Morrinhos-CE, tem-se o seguinte quadro:

Quadro 3: Índice de dispersão do solo em Morrinhos

Amostra	Relação de dispersão
0-5 cm	0,16
5-10 cm	0,44
10-15 cm	0,28
15-20 cm	0,62
20-25 cm	0,37
25-30 cm	0,55

Os valores apontam que a relação de dispersão cresce em geral com a profundidade.

Nos levantamentos do PROJETO RADAMBRASIL (1981), os Neossolos (Neossolos Litólicos) apresentaram erosão laminar ligeira e apenas em alguns perfis estudados erosão moderada, indicativos de sua baixa erodibilidade.

•Fator topográfico

Quanto ao fator topográfico, nos foi permitido fazer algumas considerações, pautadas em Bertoni e Lombardi Neto (1999), que considera

o comprimento de declive da encosta e a sua declividade (L e S) normalmente analisados em conjunto (Fator Topográfico), através da seguinte fórmula:

$$0,63 \quad 1,18$$

$$LS = 0,00984.L. \times S$$

Onde:

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

S é a declividade expressa em porcentagem

Aplicando esta fórmula ao município de Morrinhos, temos:

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

Identificação	Estação (1)	Estação (2)	Estação (3)
Declividade	14	14	14
Comprimento da vertente	27	29	30
Uso	Plantio	Vegetação Fechada	Pousio

Quadro 5: Valores do Fator Topográfico (Lx S) de Morrinhos- CE

Local (LxS)	Estação (1)	Estação (2)	Estação (3)
Fator Topográfico	1,39	1,68	1,87

Os resultados são coerentes, o maior valor (1,87) corresponde ao maior comprimento da vertente, seguido do intermediário (1,68) e do menor valor (1,39).

Uso, manejo e conservação dos solos

Nesse item vamos avaliar o fator Uso, Manejo e Conservação dos Solos, sabendo de ante

-mão 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 semiárido nordestino. Em Morrinhos, apresenta-se o seguinte índice de erosão:

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

Meses	Precipitação	Solo erodido		
		Plantio	Pousio	Mata
	(mm)		(g)	
2004				
Janeiro	481.8	5.031	4.359	3.540
Fevereiro	283,7	2.290	1.980	1499
Março	91,1	342	222	201
Abril	30,3	172	99	84
Maio	20,1	199	133	100
Junho	12,9	71	50	13
TOTAL	819,9	8.105	6.843	5.437
2005				
Janeiro	7,3	5	4	4
Fevereiro	27,7	235	94	81
Março	195,6	3.458	2.920	1.430
Abril	109	1.998	1.903	1.810
Maio	145,9	3.073	2.709	2.211
Junho	26,7	318	245	188
TOTAL	512,2	9.087	7.879	5.724

Em 2004, Morrinhos, com um total de 919,80 mm de chuvas, apresenta o manejo relacionado ao plantio com perda em cerca de 40 % de solos do total, o pousio, cerca de 34 % e a vegetação natural, com cerca de 26 %, resultados que obedeceram as previsões de perdas por sistema de manejo.

Em 2005, com um total de 512,20 mm de chuvas, perderam-se 29 % para o manejo tipo plantio, para o pousio 34 % e vegetação natural, 27 %.

Nesse caso, perdeu-se um pouco mais no pousio, resultado esse que contrasta com o esperado.

Considerações finais

Fica proposto, que para fins de análises, em termo de processos, deve-se considerar a importância das áreas agriculturáveis em nível de repouso, ou pousio. Os dados obtidos demonstram que o fator erosão mostrou-se menos intenso nas áreas com cobertura e com maior tempo de vegetação presente, o que influiu diretamente na estrutura do solo e em seus nutrientes presentes, conforme análises físicas.

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

Bibliografia

BERTONI, J; LOMBARDIO 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

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*. SBSCS. São Paulo, 1991.

SEPLAN. *Projeto Áridas*. SRH. Ceará. 1994.

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