

EROSÃO E MATA CILIAR ÀS MARGENS DO CANAL FLUVIAL DA SUB-BACIA DO RIACHO VIANA, DISTRITO DE TAPERUABA, SOBRAL (CE)¹

José Falcão Sobrinho²
João Ambrósio de Araújo Filho²
Cleire Lima da Costa Falcão²

RESUMO

Em razão da ausência de pesquisas sobre os efeitos da mata ciliar e sedimentação do canal fluvial em áreas degradadas de microbacias em ambiente semiárido, objetiva a presente pesquisa: a) quantificar a sedimentação no canal fluvial em áreas degradadas de microbacias no semiárido e b) quantificar o processo erosivo em áreas degradadas de microbacias. Para fins de análise, optou-se pela bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu, no município de Sobral (CE), distrito Taperuaba, na sub-bacia do riacho Viana. Para o encaminhamento técnico e metodológico operacional, procedeu-se a dinâmica processual geomorfológica enfocada através de algumas medidas, para demonstrar algumas hipóteses relacionadas à pluviosidade, ao montante do escoamento superficial pluvial, aos sedimentos, em diferentes porcentagens de cobertura vegetal de solo e sua influência na evolução dos carreamentos de sedimentos nas margens do canal fluvial.

Palavras-chave: Canal fluvial. Transportes de sedimentos. Mata ciliar

ABSTRACT

In light of the lack of research on the effects of riparian vegetation and sedimentation of the river channel in degraded areas of micro-basins in semi-arid environment, this research aims to: a) quantify the sedimentation in the river channel in degraded areas of micro-basins in semi-arid; b) quantify the erosive process in degraded areas of micro. For purposes of analysis, it was decided to Aracatiaçu of the river basin, municipality of Sobral (CE), district Taperuaba in sub-basin of the creek Viana. The technical and methodological operational routing is a dynamic process geomorphological focused through some steps to demonstrate and prove some hypotheses related to rainfall, the amount of rainfall runoff, the sediment at different percentages of vegetation cover of soil and its influence the evolution of carreamentos of sediments on the banks of the river channel.

Keywords: River channel. Sediment transport. Riparian

¹ Convênio de cooperação técnica e financeira. Projeto de apoio ao desenvolvimento de tecnologia agropecuária para o Brasil. EMBRAPA-UVA.

² Professores doutores da Universidade Estadual Vale do Acaraú—UVA

INTRODUÇÃO

Em razão da ausência de pesquisas sobre os efeitos da mata ciliar e sedimentação do canal fluvial em áreas degradadas de microbacias em ambiente semi-árido, objetiva a presente pesquisa: a) quantificar a sedimentação no canal fluvial em áreas degradadas de microbacias no semi-árido e b) quantificar o processo erosivo em áreas degradadas de microbacias

ÁREA DE ESTUDO

Para fins de análise, optou-se por uma sub-bacia hidrográfica no município de Sobral, distrito Taperuaba, denominada sub-bacia do riacho Viana (Figura 1).

CARACTERÍSTICAS REGIONAIS DAS ÁREAS DE ESTUDO

A referida área contempla o ambiente da superfície sertaneja, esta que é uma área rebaixada localizada entre os ambientes elevados. Apresenta diferentes litologias, põe em destaque as rochas mais resistentes. Expõe, entre suas formas, formações residuais, constituídos por pequenos maciços secos que, de forma isolada, compõem o cenário da paisagem.

No aspecto geral, a morfologia 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.

A predominância dos solos inclui os Litólicos (Neossolos Litólicos); constituem-se de solos de minerais, não hidromórficos, pouco desenvolvidos, com seqüência de horizontes A – R ou A – C – R, com início de horizonte B muito incipiente. O material corresponde ao saprolito da rocha subjacente, sendo como gnaisses, arenitos, filitos, silticos e outros. Nos local onde o substrato encontra-se em processo de intemperização, acontece maior penetração das águas, reduzindo a erodibilidade e favorecendo a penetração das raízes em busca de nutrientes e água para os vegetais.

Nas áreas em que estes solos são encontrados, verifica-se um uso extensivo da pecuária, e a prática da agricultura de subsistência, com as culturas de milho e o feijão.

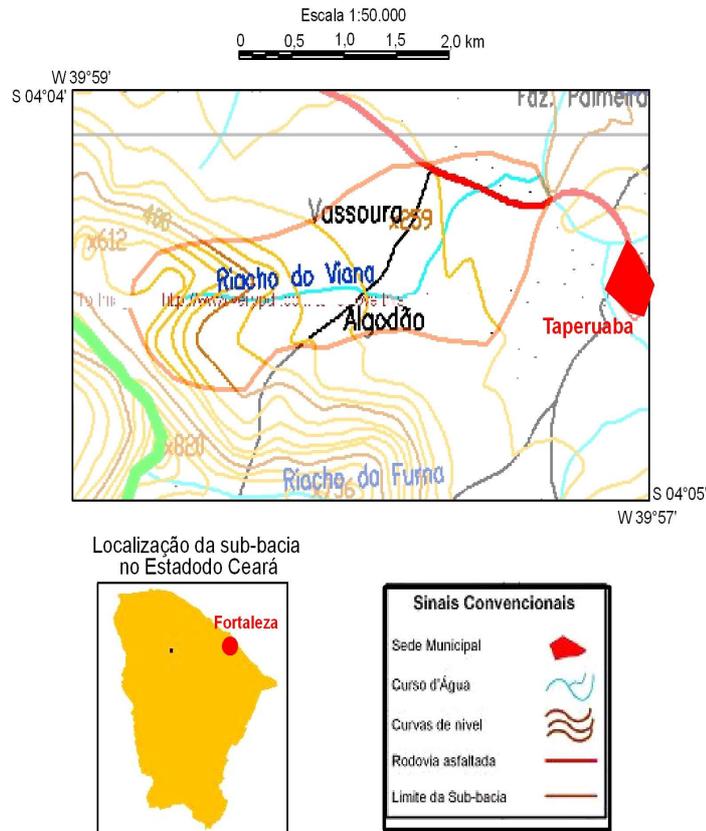
ENCAMINHAMENTO TÉCNICO E METODOLÓGICO OPERACIONAL

Para esta pesquisa, procedeu-se à dinâmica processual geomorfológica enfocada através de algumas medidas, para comprovar algumas hipóteses relacionadas à pluviosidade, ao montante do escoamento superficial pluvial, aos sedimentos, em diferentes porcentagens de cobertura vegetal de solo e sua influência na evolução dos carreamentos de sedimentos nas margens do canal fluvial.

Levantamento das informações cartográficas

Após uma análise das pesquisas já abordadas anteriormente, desenvolvidas por Falcão Sobrinho e Costa Falcão (2004, 2005), com apoio da FUNCAP, as quais versam sobre os processos de escoamento pluvial, adicionamos a metodologia apresentada por Guerra (2006).

Considerando as dificuldades de ordem técnica neste tipo de trabalho, e de acordo com a seqüência lógica dentro do nosso plano de investigação, seguimos as escalas regional, local e pontual. Realizamos num primeiro nível de considerações a compartimentação plani-altimétrica em uma escala de 1:50.000. No segundo nível, demos ênfase à dinâmica geomorfológica atual da área relacionada aos processos do escoamento superficial pluvial em encosta ao longo do canal fluvial e selecionamos a sub-bacia para fins de montagem, monitoramento e análise do experimento. Desta forma, foi imprescindível uma compreensão da estrutura superficial dos diversos compartimentos que integram o sistema morfogenético regional. Estas concepções, na realidade, nos conduziram e nos auxiliaram na determinação da área de amostragem onde foram instalados parcelas, calhas e pluviômetros para se fazer o estudo por meio de medidas a nível local e pontual.



Fonte: Mapeamento sistemático do Ceará. SUDENE/DSG, escala 1:100.000, Folha Taparuaba, 1972.

Figura 1 – Localização da área de estudo

Escolha das áreas de pesquisa

Esta fase envolveu trabalhos de escritório e de campo. De acordo com as informações obtidas nos mapas e em campo, foi feito um levantamento, em escala regional, através de observações, no sentido de encontrar áreas que fossem mais representativas das condições de uso comumente encontradas na região. Com a observação sistemática verificamos a influência das atividades do homem na degradação da mata ciliar. Desta feita, partimos para a observação das formas, topografia, declividade, formações superficiais, litologias, sinais dos processos de escoamento pluvial nos canais e ravinas, nascentes, cabeceiras, voçorocas, vegetação natural e uso do solo atual, para em seguida compreendermos a dinâmica do conjunto de paisagens do semiárido e, assim, poder selecionar a área de amostragem.

Levantamento e análise bibliográfica

Foi executado um levantamento, tanto no âmbito regional, quanto local, da bibliografia geológica, geomorfológica, climatológica, pedológica, hidrológica e estrutura do uso do solo. Este momento foi importante e fundamental para os conhecimentos sobre a dinâmica da paisagem.

Critério de escolha da sub-bacia

A pesquisa bibliográfica e o reconhecimento de campo resultaram na escolha da sub-bacia do riacho Viana, em Taparuaba. Foram adotados os seguintes critérios de ordem natural: geologia/litologias; representativa da morfopedologia regional; os solos e a sua suscetibilidade erosiva; parcialmente situada em área representativa e a captação de água no rio Acaraú.

Alguns critérios de ordem técnica foram obedecidos. Primordialmente a área teria que ter um fácil acesso, o que propiciaria o monitoramento do experimento. Optou-se por ser uma área privada, o que reduziria a influência externa principalmente a circulação de animais. As declividades das vertentes representassem as características da depressão sertaneja em questão. As áreas fossem representativas das condições de uso comumente encontradas na região, ou seja, prática de queimada no desbravamento e plantio em fortes declives sem cobertura do solo. As práticas agrícolas correlacionassem a cultura local de subsistência com o plantio de milho e feijão e mandioca.

As raras manchas de mata ciliar, ainda observadas, na sub-bacia são envolvidas em seu entorno por culturas de subsistência ou por uma mata secundária que não expressa a sua realidade, esta foi uma das maiores dificuldades. Entretanto, as áreas mais desmatadas foram recompostas por cobertura vegetal.

Delineamento experimental

Para a instalação das parcelas e calhas experimentais de erosão do solo ao longo dos eventos de precipitação, foram selecionados setores de vertentes ocupados pelas duas principais categorias de usos da terra identificados na bacia. Foi realizada a determinação do comprimento e da declividade da encosta do topo até sua base em contato com o rio. Para a leitura de declividade usamos o clinômetro, tiradas a distâncias regulares de 1m, do topo para a base de vertente, o que possibilitou a identificação dos sítios geomorfológicos. Registrou-se nas vertentes do Riacho do Meio uma declividade de 17% , a qual pode ser avaliada a partir das informações da Tabela 1.

Tabela 1 – Classes de Fragilidade

Classe de fragilidade	Declividade
1 - Muito fraca	< 6%
2 - Fraca	6,01 – 12%
3 - Média	12,01 – 20%
4 - Forte	20,01 – 30%
5 - Muito Forte	30,1 – 50%
6 - Intensidade forte	>50%

Org. Falcão Sobrinho, José

Elaborada com base em Ross (1992) e Lesph et al (1991)

Em função do predomínio do cultivo de cultura de subsistência em área do terraço fluvial, foram instaladas em solo três parcelas na área de mata galeria, no sentido do declive, em posições paralelas e topograficamente similares. As áreas de cada parcela foram delimitadas e cercadas.

As parcelas foram distribuídas do topo ao terraço fluvial, onde se localizava a mata galeria, em ambas as margens do rio, direito (A) e esquerdo (B), sendo 150m de perfil longitudinal, dividida em três parcelas de 50m longitudinais, sendo: (a) Uma parcela com três metros de largura em ambas as margens, revegetada com espécies arbóreas e 10 metros sem cobertura vegetal; (b) parcela com 1,5 de largura, densamente revegetada e 10 metros sem cobertura vegetal; (c) parcela de 10m sem nenhuma cobertura vegetal. Entre cada parcela foi construído um barramento para acomodar os sedimentos erodidos.

Ao lado do experimento foi construída uma calha, para ser usada como testemunha; 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 de alumínio, ficando cada parcela, uma em solo sem vegetação e outra em solo com vegetação, situadas em declividades iguais.

Atividades de monitoramento

Numa escala temporal, realizamos um controle de campo durante dois anos (janeiro de 2005 a dezembro de 2006), concentrando as observações e medidas nos dois períodos chuvosos.

O monitoramento do material em suspensão foi realizado para cada evento chuvoso (9 horas da manhã, diariamente), assim como também era feita a leitura do pluviômetro a uma distância aproximadamente de 100m da área.

Na área de barramento a coleta de sedimentos foi quinzenal.

Procedimento de laboratório

Consistiu na caracterização analítica das amostras de solos coletadas em campo.

As amostras foram devidamente pesadas e avaliadas quantitativamente e submetidas a análises granulométricas-texturais, para o caso de perdas de solo, visando estabelecer as relações entre intensidade e duração das pluviofases na capacidade de transporte e determinação química de macronutrientes (cálcio, magnésio, potássio e fósforo).

Esta caracterização fundamenta-se em acrescentar informações necessárias às descrições morfológicas de campo; determinações de propriedades essenciais utilizadas em classificação dos solos; definição e estabelecimento dos limites das classes de solos descritas no campo; obtenção dos dados essenciais de previsão de uso, manejo e conservação dos solos, manejo das águas e estudos de correlação do solo e vegetação.

Trabalho de gabinete

A perspectiva desta pesquisa é mostrar a variabilidade da ação dos processos de escoamento pluvial através de um tempo muito curto (dois anos), se comparado ao tempo geológico. Porém, se esse tempo foi suficiente e estatisticamente satisfaz aos objetivos da pesquisa, tentaremos responder e questionar ao final da mesma. Existe um consenso sobre a necessidade crescente de dados sobre a erosão, que sejam precisos e bem distribuídos geograficamente.

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.

Erosividade da chuva

Correspondeu à relação do material erodido com a quantidade de chuva.

Erodibilidade

Foi analisada a partir da relação:
$$\frac{\% \text{ areia} + \text{ silte}}{\% \text{ argila}}$$

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.

Uso, manejo e conservação do solo

Consistiram na análise dos dados obtidos na parcela de solo onde foi analisada a relação dos sedimentos erodidos de cada área.

Contudo, é necessário assumirmos as margens de erros que poderão surgir ao longo desta pesquisa. Desta forma, verificamos a possibilidade de observar que o método de coleta de sedimentos e água nas caixas registra a erosão com certa margem de erro. Este erro pode estar relacionado aos seguintes fatores: primeiro pode haver fuga de sedimentos por baixo do

barramento. Lal (1981) aponta ainda os seguintes problemas com relação aos dados existentes sobre os processos erosivos e os estudos que vêm sendo desenvolvidos:

1. Extrapolação de dados: quando efetuada para regiões ecologicamente diferentes daquelas onde os mesmos foram obtidos pode conduzir a sérios erros.
2. Uniformização da metodologia e confiabilidade dos dados: ocorre em alguns estudos de erosão a comparação de dados obtidos por técnicas diferentes e, portanto, não passíveis de comparação.
3. Duração e continuidade dos dados: os dados devem ter continuidade temporal, ao levar em conta a variação sazonal das chuvas, pois implica maior ou menor erosividade, assim como as mudanças no uso da terra.

Apesar de todas estas possibilidades de fatores de erro, acreditamos que os resultados obtidos são significativos para se obterem algumas conclusões. Sobretudo, desvelar uma possibilidade de conhecer uma outra linha metodológica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados alcançados e as avaliações feitas permitiram “testar” alguns aspectos da Equação Universal da Perdas de Solos de Wischmeier 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; com esse procedimento, viram-se as possibilidades e limitações, bem como uma discussão mais séria e profunda acerca da erosão acelerada.

Na área de experimentação (testemunha) em que as parcelas continham vegetação não houve erosão; daí os dados serem representativos das áreas sem vegetação, foi-nos permitido obter 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 .

Verifica-se o poder da água no carreamento do solo; este resultado é coerente com a prática realizada pelos agricultores locais. Anualmente, quando as terras começam a ser preparadas 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.

Nos Quadros 1 e 2, referentes às calhas “testemunha”, consideradas aqui como ponto de referência, tem-se a relação da precipitação diária e do material erodido.

As Figuras 2 e 3 mostram, respectivamente, os índices de precipitação e as quantidades de material erodido no local pesquisado. Percebem-se as escalas decrescentes da precipitação, sendo acompanhadas da diminuição gradativa da erosão dos sedimentos.

A relação precipitação e erosão do solo permaneceu proporcional no ano de 2006, conforme o Quadro 3.

De acordo com as Tabelas 2 e 3, com relação às propriedades físicas, verifica-se que os solos do lado A apresentaram uma menor quantidade de argila na camada superficial e se enquadram na classe franco-arenoso, com menor quantidade de argila em relação aos demais componentes. Em maiores profundidades, houve um predomínio da classe textural franco-argilo-arenoso em todos os sistemas de manejo estudados.

Na área A, a densidade do solo (D_s) atingiu um valor elevado ($1,52\text{g/cm}^3$) na profundidade de 0-5 cm, bem superior às demais profundidades, 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 40%, na mesma profundidade citada, em relação aos demais sistemas de manejo, que apresentaram valores próximos a 50%.

Dia	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio	
	P (mm)	SE (g)								
1					4	45			4	15
2					16	285			16	120
3										
4										
5										
6							11	120		
7										
8										
9										
10							9	30		
11										
12										
13							7	40		
14			13	220						
15			22	1970						
16	22	910	6	105						
17	4	65								
18										
19										
20										
21										
22							9	750		
23										
24	104	5710								
25							38	2020		
26										
27										
28										
29										
30										
31										
Total	130	6685	41	2295	20	330	74	2960	20	135

P = Precipitação; SE = solo erodido

Quadro 1 - Distribuição mensal da precipitação e solo erodido na sub-bacia do riacho Viana - 2005. (calha testemunha)

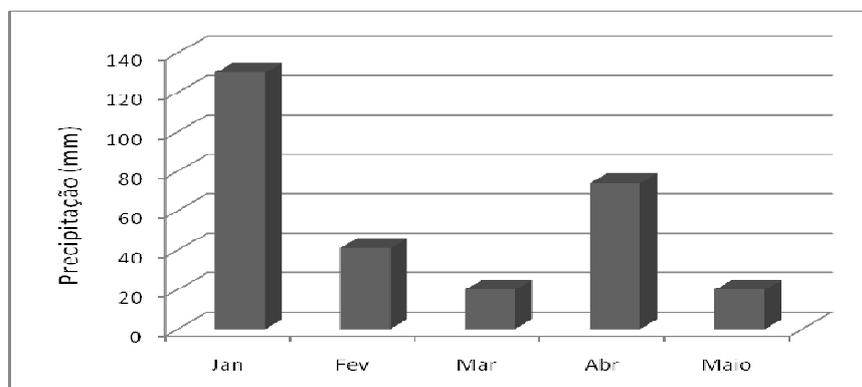


Figura 2- Índice de precipitação no Riacho Viana, Tapuruaba, 2005.

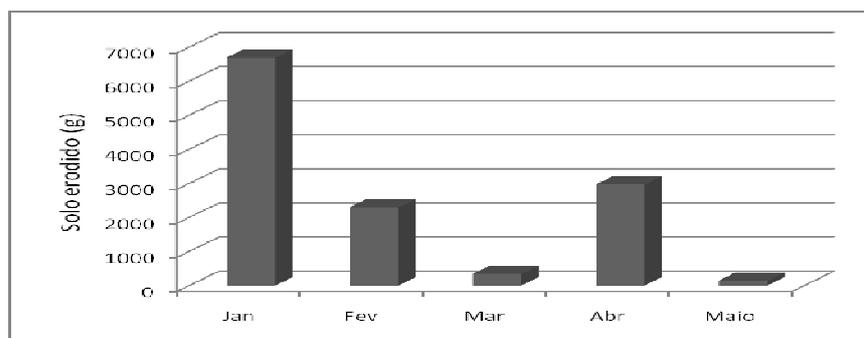


Figura 3 - Solo erodido em calha. Riacho Viana, Tapuruaba. 2005.

Dia	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho	
	P (mm)	SE (g)	P (mm)	SE (g)	P (mm)	SE (g)	P (mm)	SE (g)	P (mm)	SE (g)	P (mm)	SE (g)
1	1,0	-	4,0		62	2100						
2					72	5890	7,0	56				
3												
4					4	30						
5												
6							3,2	15	21	1010		
7									5	75		
8									18	450		
9					15	710	14,0	650				
10					10	435			2	-		
11			10,0	750							8,0	48
12			4,0	40			6,0	120			23,0	220
13									14	98	12,0	78
14			38,0	3850	8	65			8	65		
15			23,0	2400					0			
16			12,0	890								
17							23,0	430				
18							3,0	-				
19			13,2	545	11,0	385	18,0	540	10	55		
20					3,0	30						
21							3,0	45				
22			5,0	90								
23			64,0	3850	4,0	72						
24			40,2	4100			14,0	130				
25									6	15		
26			4,0	120	1,0	290						
27			3,0	40	11,0	610						
28			5,0	98			19,0	125				
29							28,2	1085				
30							7,0	105				
31												
Total	1,0		225,4	16773	201,0	10617	145,4	3301	84	1768	43	346

Quadro 2 - Distribuição mensal da precipitação e solo erodido na sub-bacia do riacho Viana - 2006. (calha testemunha) P=Precipitação; SE=Solo erodido

Tem-se a seguir (Figuras 4 e 5) a visualização das informações do Quadro 2. No geral, observa-se que 50% do solo erodido dá-se apenas em dois meses de precipitação.

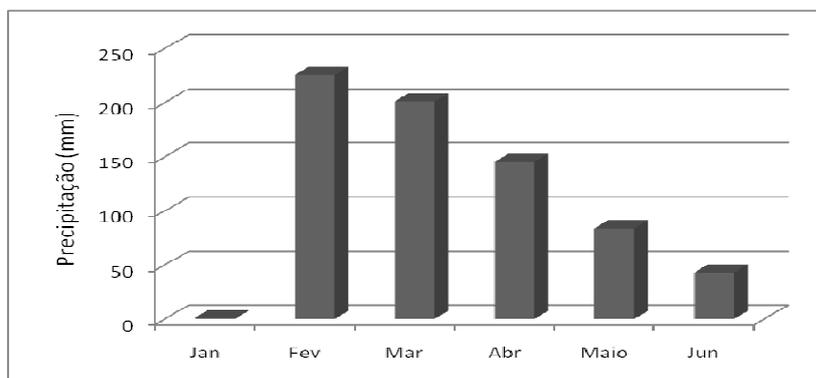


Figura 4 - Índice de precipitação em Taperuaba. 2006.

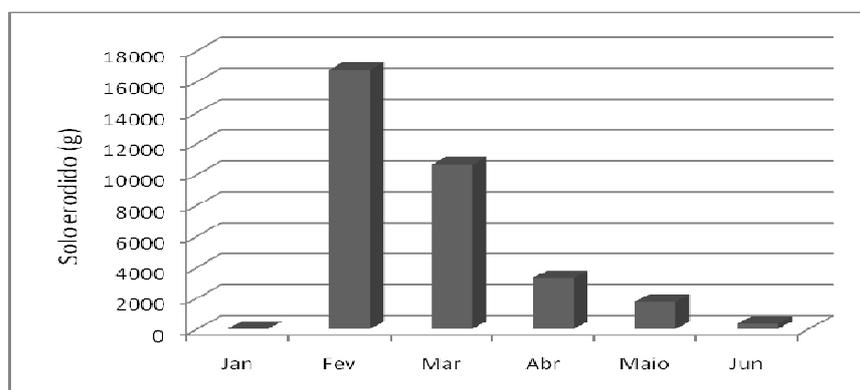


Figura 5 - Solo erodido em calha. Taperuaba. 2006.

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 e o 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 danos à produtividade (ver Tabelas 2 e 3). No lado B, houve uma redução nas frações de areia, silte e argila, quando da segunda análise do solo (Tabela 3).

Outra situação que difere na relação entre a precipitação e a erosão relaciona-se à deposição do solo, pois o mesmo pode percorrer o interior da calha por uma certa distância e depositar-se ali, dependendo da intensidade da chuva; durante uma próxima chuva, mesmo com menor intensidade, esta condição pode ser suficiente para o material erodido chegar à calha receptora. Entretanto, outras situações são observadas, como indicam 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 erodibilidade 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 feita 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:

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

Como discutiremos a seguir, trata-se de valores elevados de potencial erosivo dos solos face aos demais municípios, cujos índices são crescentes em profundidade.

Tabela 2 - Características físicas do solo coletado na sub-bacia do Riacho Viana. Dez. de 2004

Profundidade (cm)	Areia grossa (g/Kg)	Areia fina (g/Kg)	Silte (g/Kg)	Argila (g/Kg)	Classificação textural	Ds (g/cm ⁻³)	PT (%)
Lado A							
0 – 5	41,5	32,3	21,2	5,0	Franco arenoso	1,52	40
5 – 10	47,1	27,1	20,5	5,3	Franco arenoso	1,55	41
10 – 15	46,1	26,7	20,5	6,8	Franco arenoso	1,49	44
15 – 20	39,7	26,0	20,3	14,0	Franco arenoso	1,42	46
20 – 25	51,2	22,2	16,7	9,9	Franco arenoso	1,36	47
25 – 30	36,3	27,1	22,0	14,6	Franco arenoso	1,37	49
Lado B							
0 – 5	44,6	29,2	17,4	8,8	Franco arenoso	1,35	49
5 – 10	42,7	29,0	16,9	11,4	Franco arenoso	1,28	52
10 – 15	50,4	22,6	15,3	11,7	Franco arenoso	1,26	53
15 – 20	50,7	23,5	13,4	12,4	Franco arenoso	1,31	50
20 – 25	54,5	25,4	6,0	14,1	Franco arenoso	1,29	52
25 – 30	40,9	29,3	14,9	14,9	Franco arenoso	1,32	49

Tabela 3 - Características físicas do solo coletado na sub-bacia do riacho Viana. Março de 2005

Profundidade (cm)	Areia grossa (g/Kg)	Areia fina (g/Kg)	Silte (g/Kg)	Argila (g/Kg)	Classificação textural	Ds (g/cm ⁻³)	PT (%)
Lado A							
0 – 5	42,1	32,1	20,9	4,9	Franco arenoso	1,53	39
5 – 10	48,3	26,8	19,8	5,1	Franco arenoso	1,54	41
10 – 15	46,5	25,9	21,0	6,6	Franco arenoso	1,47	45
15 – 20	39,0	26,2	21,1	13,7	Franco arenoso	1,45	44
20 – 25	51,3	22,7	15,9	10,1	Franco arenoso	1,37	46
25 – 30	36,4	28,0	20,2	13,9	Franco arenoso	1,38	48
Lado B							
0 – 5	48,9	23,0	17,2	8,7	Franco arenoso	1,34	49
5 – 10	43,4	28,7	16,7	11,2	Franco arenoso	1,27	52
10 – 15	49,9	22,9	15,4	11,8	Franco arenoso	1,26	52
15 – 20	51,1	24,0	13,2	11,7	Franco arenoso	1,30	51
20 – 25	56,5	23,5	6,2	13,8	Franco arenoso	1,30	50
25 – 30	41,5	30,1	14,5	13,9	Franco arenoso	1,33	48

Ao analisarmos a Tabela 4, as taxas de erosão do material erodido, apresentaram índices não compatíveis ao material de origem, isto em uma ordem proporcional. Deve-se ao fato de o material conter informações das duas áreas, A e B, tornando-se com isso heterogêneo.

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

Tabela 4 - Características físicas do solo erodido na sub-bacia do riacho Viana.

Período (cm)	Areia grossa (g/Kg)	Areia fina (g/Kg)	Silte (g/Kg)	Argila (g/Kg)	Classificação textural	Ds (g/cm ⁻³)	PT (%)
Barramento com 3m de vegetação							
Jan/fev/05	44,8	33,2	18,0	4,0	Areia franca	1,21	54
Março/05	58,3	24,7	12,7	4,3	Areia franca	1,14	54
Agosto/06	53,1	26,4	15,7	4,8	Areia Franca	1,13	54
Barramento com 1,5m de vegetação							
Jan/fev/05	48,2	36,8	11,4	3,6	Areia franca	1,21	52
Março/05	55,3	32,7	9,4	2,6	Areia	1,40	46
Agosto/06	52,1	53,4	11,6	2,9	Areia Franca	1,39	47
Barramento sem vegetação							
Jan/fev/05	53,5	34,9	9,5	2,1	Areia	1,47	44
Março/05	50,2	35,4	11,6	2,8	Areia franca	1,38	46
Agosto/06	49,7	34,2	14,2	1,9	Areia Franca	1,39	45

Posteriormente, no final do período chuvoso de 2005 e 2006, houve uma diminuição progressiva nos valores de areia, silte e argila, conforme dados das Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Características físicas do solo coletado na sub-bacia do riacho Viana após o período chuvoso de 2005

Profundidade (cm)	Areia grossa (g/Kg)	Areia fina (g/Kg)	Silte (g/Kg)	Argila (g/Kg)	Classificação textural	Ds (g/cm ⁻³)	PT (%)
Lado A							
0 – 5	43,4	31,9	20,0	4,7	Franco arenoso	1,54	40
5 – 10	49,9	26,9	19,5	4,5	Franco arenoso	1,57	39
10 – 15	45,6	26,4	22,3	5,7	Franco arenoso	1,45	45
15 – 20	41,0	23,1	21,7	14,2	Franco arenoso	1,45	44
20 – 25	47,4	23,9	16,4	12,3	Franco arenoso	1,40	46
25 – 30	37,9	29,4	20,8	11,9	Franco arenoso	1,39	47
Lado B							
0 – 5	49,1	26,1	16,8	8,0	Franco arenoso	1,29	51
5 – 10	43,1	19,5	17,1	10,3	Franco arenoso	1,27	51
10 – 15	47,5	26,2	14,4	11,8	Franco arenoso	1,26	52
15 – 20	52,0	23,7	12,8	11,5	Franco arenoso	1,39	51
20 – 25	56,6	23,1	7,1	13,2	Franco arenoso	1,27	53
25 – 30	42,7	29,8	13,3	13,6	Franco arenoso	1,34	48

Tabela 6 - Características físicas do solo coletado na sub-bacia do riacho Viana após o período chuvoso de 2006

Profundidade (cm)	Areia grossa (g/Kg)	Areia fina (g/Kg)	Silte (g/Kg)	Argila (g/Kg)	Classificação textural	Ds (g/cm ⁻³)	PT (%)
Lado A							
0 – 5	48,9	29,5	17,4	4,2	Franco arenoso	1,34	48
5 – 10	48,1	29,4	18,5	4,0	Franco arenoso	1,54	40
10 – 15	45,2	27,2	22,5	5,1	Franco arenoso	1,41	46
15 – 20	40,9	22,4	22,8	13,9	Franco arenoso	1,39	46
20 – 25	46,4	22,3	17,5	13,8	Franco arenoso	1,41	46
25 – 30	39,0	31,0	21,1	10,9	Franco arenoso	1,37	47
Lado B							
0 – 5	49,2	26,3	16,9	7,6	Franco arenoso	1,27	50
5 – 10	42,9	30,1	16,9	10,1	Franco arenoso	1,25	52
10 – 15	48,1	26,3	13,5	12,1	Franco arenoso	1,21	57
15 – 20	50,9	24,7	13,1	11,3	Franco arenoso	1,41	49
20 – 25	57,1	21,4	8,0	13,5	Franco arenoso	1,28	51
25 – 30	41,5	30,7	14,9	12,9	Franco arenoso	1,33	49

Quadro 3 - Índice de dispersão do solo na sub-bacia do riacho Viana

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

Uso, manejo e conservação dos solos

Nesse item, vamos avaliar o fator Uso, Manejo e Conservação dos Solos dos experimentos dos três municípios considerados, 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 semiárido nordestino.

Constata-se a importância da cobertura vegetal quanto ao processo de carreamento de sedimentos. Na área de mata ciliar com 3m de espessura, ocorreu uma perda mínima de sedimentos, significativa em relação à área sem vegetação.

Tabela 7 - Coleta quinzenal dos sedimentos na sub-bacia do riacho Viana, ano de 2005

Dia/mês/ano	Precipitação acumulada	Solo erodido (kg) Área 3m/v	Solo erodido (kg) Área 1,5m/v	Solo erodido (kg) Área sem vegetação
15/01/00	-	-	-	-
01/02/09	130	90,5	72	750
15/02/09	35	-	-	62
01/03/09	10	-	42,5	42
15/03/09	16	-	-	12
01/04/09	-	-	-	4,5
15/04/09	27	-	-	42,8
01/05/09	51	-	65,5	117,65
15/05/09	16	-	-	12,5

É possível avaliar o efeito da cobertura vegetal como interceptora no deslocamento de sedimentos. Apenas no início da precipitação houve acúmulo de sedimentos na área de faixa de 3m, provavelmente por causa do material que ficou retido nas margens do canal fluvial, após o manuseio da área.

Tabela 8 - Coleta quinzenal dos sedimentos na sub-bacia do riacho Viana, ano de 2006

Dia/mês/ano	Precipitação acumulada	Solo erodido (kg) Área 3m/v	Solo erodido (kg) Área 1,5m/v	Solo erodido (kg) Área sem vegetação
15/01/00	1	-	-	-
01/02/09	4	-	-	-
15/02/09	65	31	89	220
01/03/09	204,4	24	71	440
15/03/09	109	31	42	235
01/04/09	30	48	21	179
15/04/09	30,2	14	9	98
01/05/09	115,2	11	51	150
15/05/09	68	21	12	79

Na área de mata com espessura de 3m quase não houve fluxo de sedimentos expressivos, uma vez que a mesma apresenta-se bastante vegetada. O material deslocado foi proveniente de um canalículo formado por uma trilha de formigas.

O aumento do processo de carreamento de sedimentos é perceptível nas áreas de 1,5m e sem vegetação. Vale destacar que ao longo das parcelas com 3m e 1,5m de vegetação, grande quantidade de solo ficou retida na própria vegetação, acumulando e diminuindo a força da energia cinética, sendo a faixa de vegetação uma redutora no processo de carreamento de sedimentos.

Análises químicas efetuadas na sub-bacia do riacho Viana

Os resultados das análises químicas encontram-se na Tabela 9. Os solos estudados apresentaram, ao longo do perfil, boas características químicas, à exceção do P, que mostrou baixos valores, com saturação de bases superior a 50%, o que lhes confere um caráter eutrófico e pH próximo à neutralidade, conforme Alvarez et al. (1999).

O solo em ambos os lados, A e B, mostrou um maior teor de matéria orgânica na camada superior em relação aos demais sistemas de manejo em razão da queda constante de resíduos orgânicos naquele ambiente.

A perda de nutrientes é proporcional (Tabelas 10, 11 e 12).

Tabela 9 - Características químicas do solo da sub-bacia do riacho Viana, dezembro de 2004

Profundidade	pH	MO Dag/kg	P Mg/dm ³	K Mmol/dm	Ca Mmol/dm	Mg Mmol/dm	H + Al Mmol/dm	SB Mmol/dm	V %
Lado A									
0 – 5 cm	6,0	9,52	6	2,94	27	11	11,6	41,3	78
5 – 10 cm	5,5	5,48	2	1,54	35	5	26,4	42	61
10 – 15 cm	5,5	5,28	1	1,50	35	15	28,1	52,2	65
15 – 20 cm	5,3	5,79	2	1,62	33	6	28,9	41,1	59
20 – 25 cm	5,3	4,55	1	1,26	49	8	28,9	59,4	67
25 – 30 cm	5,5	4,14	0	1,06	52	14	25,6	68,4	73
Lado B									
0 – 5 cm	6,8	9,72	53	3,46	62	4	4,1	69,7	94
5 – 10 cm	6,8	7,24	25	2,66	64	13	6,6	80,0	92
10 – 15 cm	7,0	8,59	23	2,10	76	14	10,7	92,5	90
15 – 20 cm	7,5	6,31	18	1,46	52	13	14,0	66,7	82
20 – 25 cm	6,8	5,90	15	1,45	69	15	9	85,8	90
25 – 30 cm	6,9	5,48	17	1,47	66	15	13,2	82,8	86

Tabela 10 - Características químicas do solo da sub-bacia do riacho Viana, março de 2005

Profundidade	pH	MO Dag/kg	P Mg/dm ³	K Mmol/dm	Ca Mmol/dm	Mg Mmol/dm	H + Al Mmol/dm	SB Mmol/dm	V %
Lado A									
0 – 5 cm	6,0	8,73	5	1,84	28	10	10,9	40,4	79
5 – 10 cm	6,0	4,42	1	1,49	33	7	27,1	41,9	60
10 – 15 cm	5,8	5,21	1	1,69	34	13	28,4	53,0	65
15 – 20 cm	5,3	5,69	1	1,31	31	7	28,5	41,7	60
20 – 25 cm	5,0	5,51	0	1,32	51	7	29,0	60,1	68
25 – 30 cm	6,0	4,90	1	1,21	50	9	23,0	67,8	75
Lado B									
0 – 5 cm	6,8	7,79	51	3,30	61	4	3,9	70,3	95
5 – 10 cm	6,9	7,01	28	2,56	64	11	6,7	75,8	91
10 – 15 cm	6,9	8,40	27	2,20	73	12	11,3	89,2	89
15 – 20 cm	7,6	6,45	18	1,51	54	13	12,4	72,3	85
20 – 25 cm	6,9	5,50	16	1,47	58	16	10,8	84,5	89
25 – 30 cm	6,9	5,01	16	1,48	61	16	14,2	84,6	85

Tabela 11 - Características químicas do solo da sub-bacia do riacho Viana após o período chuvoso de 2005

Profundidade	pH	MO Dag/kg	P Mg/dm ³	K Mmol/dm	Ca Mmol/dm	Mg Mmol/dm	H + Al Mmol/dm	SB Mmol/dm	V %
Lado A									
0 – 5 cm	60	8,62	5	1,94	27	9	13,8	41,2	75
5 – 10 cm	61	4,54	4	1,45	34	9	21,4	43,2	62
10 – 15 cm	58	5,38	1	1,20	33	11	27,4	50,9	65
15 – 20 cm	54	5,37	1	1,21	32	7	2,81	42,3	60
20 – 25 cm	54	4,38	1	1,30	47	7	2,87	61,4	68
25 – 30 cm	59	3,98	0	1,20	49	12	2,53	69,0	73
Lado B									
0 – 5 cm	6,7	6,89	49	3,35	62	5	5,2	70,1	93
5 – 10 cm	6,8	6,45	30	2,86	63	12	7,4	2,4	91
10 – 15 cm	6,9	8,79	25	2,30	63	13	11,3	88,4	87
15 – 20 cm	7,4	6,36	17	1,48	58	13	13,2	69,3	83
20 – 25 cm	7,0	5,41	16	1,48	60	15	10,3	83,1	88
25 – 30 cm	6,9	5,60	16	1,51	63	16	13,9	83,2	85

Tabela 12 - Características químicas do solo da sub-bacia do riacho Viana após o período chuvoso de 2006.

Profundidade	pH	MO Dag/kg	P Mg/dm ³	K Mmol/dm	Ca Mmol/dm	Mg Mmol/dm	H + Al Mmol/dm	SB Mmol/dm	V %
Lado A									
0 – 5 cm	6,0	6,45	4	1,84	21	8	12,8	39,2	75
5 – 10 cm	6,0	5,24	4	1,32	32	8	27,4	44,5	61
10 – 15 cm	5,9	4,35	1	1,17	29	10	28,5	48,4	63
15 – 20 cm	5,5	5,33	1	1,19	35	8	27,4	40,4	60
20 – 25 cm	5,3	5,01	1	1,32	46	6	29,3	58,3	67
25 – 30 cm	5,7	3,98	0	1,22	48	13	21,1	68,4	72
Lado B									
0 – 5 cm	6,6	6,01	47	3,23	61	5	5,0	69,1	93
5 – 10 cm	6,9	6,04	29	2,76	62	10	6,9	73,2	90
10 – 15 cm	7,0	7,54	27	2,22	73	12	12,5	81,2	86
15 – 20 cm	7,0	7,00	19	1,54	55	14	13,8	67,4	83
20 – 25 cm	6,9	5,84	17	1,48	57	14	11,2	80,2	88
25 – 30 cm	6,9	5,45	17	1,52	62	15	14,1	79,4	85

Com relação ao material erodido, o teor dos nutrientes foi, em geral, elevado nos três sistemas de manejo, com características químicas diferentes nos solos nas condições originais (antes de serem erodidos), talvez pelo fato de haver uma associação dos sedimentos de ambos os lados (A e B). A matéria orgânica foi perdida em grandes quantidades em todos os sistemas de manejo (Tabela 13). Salienta-se que a matéria orgânica é o primeiro constituinte a ser removido pela erosão, tendo em vista sua baixa densidade, concordando com os trabalhos de Seganfredo et al. (1997) e Schinck et al. (2000).

Tabela 13 - Características químicas dos sedimentos do solo erodido na sub-bacia do riacho Viana

Profun- didade	pH	MO Dag/kg	P Mg/dm ³	K Mmol/dm	Ca Mmol/dm	Mg Mmol/dm	H + Al Mmol/dm	SB Mmol/dm	V %
Janeiro/fevereiro de 2005									
3m	7,6	73,18	119	5,38	166,0	7,0	181,9	79	3M
1,5m	7,2	57,15	99	3,81	118,0	8,0	130,58	74	1,5M
0,0m	7,4	27,00	69	3,81	78,0	13,0	95,90	70	0,0M
Março de 2005									
3m	7,6	92,84	112	11,31	164,0	5,0	185,53	79	3M
1,5m	7,8	30,10	123	4,58	96,0	10,0	112,56	73	1,5M
0,0m	7,8	36,20	94	3,57	102,0	6,0	112,50	73	0,0M
Agosto de 2006									
3m	7,3	87,44	109	13,42	156,0	6,0	178,64	80	3M
1,5m	7,7	42,56	111	5,67	88,0	9,0	132,52	74	1,5M
0,0m	7,8	33,10	78	4,85	99,0	9,0	101,2	78	0,0M

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da avaliação da produção de sedimentos ocasionada pelo processo de erosão hídrica, realizada no presente trabalho, possibilitou o monitoramento e a estimativa da produção de sedimentos na sub-bacia do riacho Viana, de acordo com o uso e ocupação do solo. Os dados coletados e as amostras analisadas sobre o escoamento superficial de diversos eventos de precipitação nas parcelas não representou o cenário natural de uma forma de plantio ou de uso do solo. Não foi possível efetuar de forma satisfatória a estimativa da produção de sedimentos, devido à impossibilidade do monitoramento da intensidade de precipitação. Entretanto, deve-se destacar que o experimento realizado em tais circunstâncias retrata condições reais.

O resultado dos parâmetros analisados permitiu a espacialização e a visualização de onde e quando a produção de sedimentos ocorreu e que medidas de conservação podem ser tomadas para controlar mais efetivamente a perda de sedimentos na sub-bacia, relacionando-se ao fator vegetação.

As alterações no uso e ocupação das terras foi parâmetro fundamental para diferenciar a produção de sedimentos. Fatores como a precipitação, relevo e tipos de solo só vêm reafirmar o quanto o manejo adequado do solo é importante para a sua preservação.

O estabelecimento dos cenários de uso e ocupação das terras foi interessante e serve como modelo para a prática de manejos alternativos, visando a reduzir o impacto da influência antrópica em microbacias, principalmente quando se refere a pequenas propriedades, justamente quando se tem uma menor alternativa de rotatividade de terras.

Com relação às técnicas empregadas, o experimento mostrou-se bastante eficiente para a análise da produção de sedimentos, pois proporcionou alternativas de avaliar diferentes tipos de manejos ao longo de um canal fluvial. Nas parcelas em foram mantidas 3m de cobertura vegetal no terraço fluvial a produção de sedimentos foi menor, o que vem a ressaltar mais uma vez a importância da cobertura vegetal. A diminuição dos sedimentos transportados foi melhorada à medida que foram aumentadas as faixas de cobertura vegetal; como era esperado, está inversamente relacionada com o transporte de partículas do solo, o que pôde ser observado nas parcelas com 3m e 1,5m.

Ficou evidente que a vegetação atua como uma barreira de proteção aos sedimentos, principalmente no sentido de reduzir a velocidade de escoamento e age como um filtro, retendo parte dos sedimentos.

REFERÊNCIAS

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

ALVAREZ V. V. 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.

ARAÚJO FILHO, J. A.; BARBOSA, T. M. L. Manejo agroflorestal da caatinga: uma proposta de sistema de produção. In: OLIVEIRA, T. S. de; ASSIS Jr., R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (Ed.). **Agricultura, Sustentabilidade e o Semi-Árido**. Fortaleza: UFC; Viçosa: SBCS, 2000.

ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. de. Desenvolvimento sustentado da caatinga. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L.E.F.; FONTE, M.P.F. (Ed.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS/UFV-DPS, 1996.

BERTONI, J; LOMBARDIO NETO. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 1999.

COSTA FALCÃO, C.L.. **Avaliação dos efeitos da erosão na produtividade**. 2000. 98 f. Dissertação (mestrado) - UFC, Fortaleza. 2000.

FALCÃO SOBRINHO, J.; COSTA FALCÃO, C.L. O processo erosivo e a mata ciliar do rio Acaraú na Serra das Matas (Ce). **Mercator**, Fortaleza, n^o 7, 2005.

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

GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, p.139- 155.

LAL, R. No-tillage farming in the tropics. In: PHILLIPS, R. E.; THOMAS, G. W.; BLEVINS, R. L. (Ed.). **No-tillage Research: Research Reports and Reviews**. Lexington, 1981. p. 103-50.

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**. São Paulo: SBCS, 1991.

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

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

SILVA, J. R. C. Erosão e produtividade do solo no semiárido. In: OLIVEIRA, T. S. de; ASSIS JR. R. N.; ROMERO, R. E. (Eds.) **Agricultura, sustentabilidade e o semiárido**. Fortaleza: UFC; Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 169-213, 2000.