

RELAÇÃO ENTRE O RELEVO E AS CLASSES TEXTURAIS DO SOLO NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DE VACA BRAVA, PB.

Antonio Clementino dos Santos¹
Ignacio Hernán Salcedo²
Ana Lúcia Bezerra Candeias³

¹ Universidade Federal de Pernambuco

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares; DEN – UFPE. Prof. Assistente UFT-TO. Av. Prof. Luís Freire, 1000. CEP 50740-540. Recife-PE. antclementino@yahoo.com

² Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Titular do Depto. de Energia Nuclear – UFPE. Av. Prof. Luís Freire, 1000. 50740-540. salcedo@ufpe.br

³ Universidade Federal de Pernambuco

Professora Adjunta do Depto. de Engenharia Cartográfica (DECart) – CTG/UFPE. Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, 3º andar. Cidade Universitária. 50740-530. Recife-PE. analucia@ufpe.br

RESUMO

A ocupação desordenada e o uso intensivo da terra no agreste Paraibano têm resultado em um aumento nos níveis de degradação ambiental, tanto pela perda da biodiversidade quanto pelo aumento da erosão do solo. Para avaliar a intensidade desses processos, foi escolhida a microbacia de Vaca Brava, por apresentar um forte contraste entre uma área de preservação de mata Atlântica de altitude com outra sob intensa exploração agropecuária. Nesta última, a densidade populacional é 755 habitantes para 794 ha. Inicialmente foi realizado o levantamento tridimensional da bacia e depois foi tematizada em relação às declividades, estabelecendo-se ainda relações com a granulometria e a densidade do solo. Pelos resultados obtidos, a topografia influenciou a textura dos solos, uma vez que nas encostas aumentou a proporção de amostras com texturas mais finas, em contraste com as áreas de pedimento e várzea, onde predominaram as texturas mais grosseiras, em função da redistribuição de sedimentos por erosão. A densidade do solo, como era esperado, foi decrescente com o aumento dos teores de silte e argila. Nas posições de várzea, pedimento, meia encosta e ombro, a utilização do solo parece ter sido definida conforme a variação na textura. Nesses casos, os solos com textura mais grosseira foram escolhidos para agricultura e capineiras, enquanto as pastagens predominaram nos de textura fina.

Palavras chave: textura do solo, densidade do solo, uso do solo e Sistemas de Informações Geográficas.

ABSTRACT

The disorderly occupation and intensive use of soil in the Paraíba State semi arid land, has resulted in an elevation in the levels of degradation of the environment, as much for the loss biodiversity as for increase in soil erosion. To evaluate the intensity of these processes, a watershed in Vaca Brava was chosen, presenting a strong contrast between a high, protected Atlantic forest area and another under intensive agriculture and stock raising exploration. In the latter, the demographic population is 755 inhabitants per 794 hectares. Initially, a three dimensional survey of the watershed was realized and after divided into themes in relation to the slopes, and in addition, establishing relationships of soil texture and density. According to the obtained results, the topography influenced the texture of soils, since; the amount of samples on the slopes rose, having finer textures, in comparison with footslopes and meadows, where texture thickness predominated, in function of the redistribution of sediments by erosion. The soil density, as was expected, decreasing with the increase of the silt and clay content. In the meadows, footslopes, backslopes and shoulder positions, the use of the soil, seems to have been defined conforming to the variation of texture. In these cases, soils of thicker texture were chosen for agriculture and tall grasslands while the pastures predominated having finer texture.

Keywords: soil texture, soil density, soil used and Geographical Information Systems.

1. INTRODUÇÃO

A rápida degradação dos ecossistemas sob exploração antrópica, especialmente nos países tropicais em desenvolvimento, despertou nas últimas décadas, a preocupação com a preservação e a sustentabilidade da exploração agrícola (Doran & Parkin, 1994). No nordeste do Brasil existem numerosos exemplos de degradação ambiental, associada à exploração intensiva de áreas com agricultura familiar, onde predominam minifúndios, que se reflete no assoreamento e na poluição dos cursos d'água, na redução da produtividade dos solos e na perda de biodiversidade da fauna e da flora (Lal & Pirce, 1991).

A caracterização do relevo em uma microbacia é a base fundamental para o delineamento do manejo sustentável da terra em áreas com características semelhantes. O conhecimento da heterogeneidade da paisagem também é importante para desenvolver esquemas de amostragem de solo e definir práticas de manejo. Os Sistemas de informações Geográficas (SIG's) demonstraram sua viabilidade para esse tipo de estudos ambientais (Burrough, 1986; Burrough et al., 1996; Formaggio et al., 1992; Assad, 1995; Brown et al., 2000; Rodrigues et al., 2001; Valério Filho, 1992).

Além do relevo, o conhecimento da forma de ocupação da terra, quanto à sua natureza e localização, são de grande valia para programar o desenvolvimento agrícola, econômico e social de uma região (Politano et al., 1980; Mielniczuk, 1999). Para que essas informações se traduzam em uma preservação ambiental significativa, as pesquisas desenvolvidas em uma escala comunitária ou de microbacia precisam ser priorizadas (Castro Filho, 1994).

Por esses motivos, esta técnica foi utilizada para tematizar a microbacia de Vaca Brava, localizada no agreste Paraibano, a qual, devido ao uso intensivo da terra, demonstra sinais de degradação. Neste trabalho, o objetivo foi realizar o levantamento tridimensional da bacia e tematizá-la em relação às declividades e, ainda, caracterizar a relação espacial entre o relevo, as propriedades físicas do solo e o uso da terra.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área

A microbacia de Vaca Brava (192000 – 198000 m E e 9225300 – 9231000 m N de coordenadas planas) tem uma área de 1.403,75 ha (Figura 1). Parte desta área (610 ha) constitui uma reserva de Mata Atlântica de altitude, a qual preserva a área de captação da barragem Vaca Brava, PB. Esta é a única reserva florestal deste tipo no Agreste da Paraíba. A barragem abastece três municípios no agreste paraibano, que perfazem uma população de aproximadamente 92.000 pessoas. O restante da área da microbacia se caracteriza por ser predominantemente minifundista (Tabela 1). Por esses

motivos, é uma microbacia que tem grande importância sócio-econômica e ambiental.

TABELA 1 - OCUPAÇÃO ANTRÓPICA DA MICROBACIA DE VACA BRAVA, PB.

Área	Nº de Propriedades	Nº de Residências	Nº de Habitantes
< 1 ha	55	59	212
1 – 2 ha	20	27	115
2 – 5 ha	28	38	156
5 – 10 ha	24	38	161
10 - 20 ha	9	16	49
> 20 ha	7	19	62

Na caracterização da microbacia será considerada apenas a área sob exploração agropecuária, de subsistência. Nesta área há predominância de pastagens, seguida de agricultura de subsistência (milho, feijão, mandioca) e os solos apresentam sinais evidentes de degradação física.

Embora inserida no semi-árido nordestino, a bacia tem um microclima favorável (clima quente e úmido e precipitação média anual de 1200 mm) e por isso, é uma área de atividade agropecuária intensa. O relevo é fortemente ondulado.

A densidade populacional nas propriedades da microbacia (Tabela 1) varia em função do tamanho da gleba; os minifúndios são predominantes, uma vez que aproximadamente 76% das propriedades têm áreas menores que 5 ha (69,7% da população), enquanto que as demais glebas variam de 5-20 ha, com 30,3% da população. Entende-se com estes dados, a predominância da agropecuária de subsistência, já que a grande maioria das propriedades não atinge o módulo familiar, que para a região de brejo de altitude no Estado da Paraíba são de 5 ha.

Considerando-se que se trata de uma área na zona rural e inserida numa região semi-árida a densidade populacional é alta, com 755 habitantes para 794 ha distribuídas em 143 propriedades.

2.2 Metodologia

Para se obter os dados base da microbacia, foi realizado um levantamento planialtimétrico georreferenciado. A partir de aproximadamente 300 pontos de apoio foram realizadas cerca de 12.000 visadas de toda a microbacia. A maioria dos pontos foi nas áreas sob atividade agropecuária, devido às áreas sob vegetação nativa apresentarem limitações ao trabalho com GPS topográfico (Global Positioning System) e Estação Total.

Simultaneamente com as leituras mencionadas, foram levantadas informações adicionais (presença de pontes, casa, estábulos, estradas, etc.). A partir dos dados topográficos foi realizada a digitalização da microbacia, em escala de 1:5000.

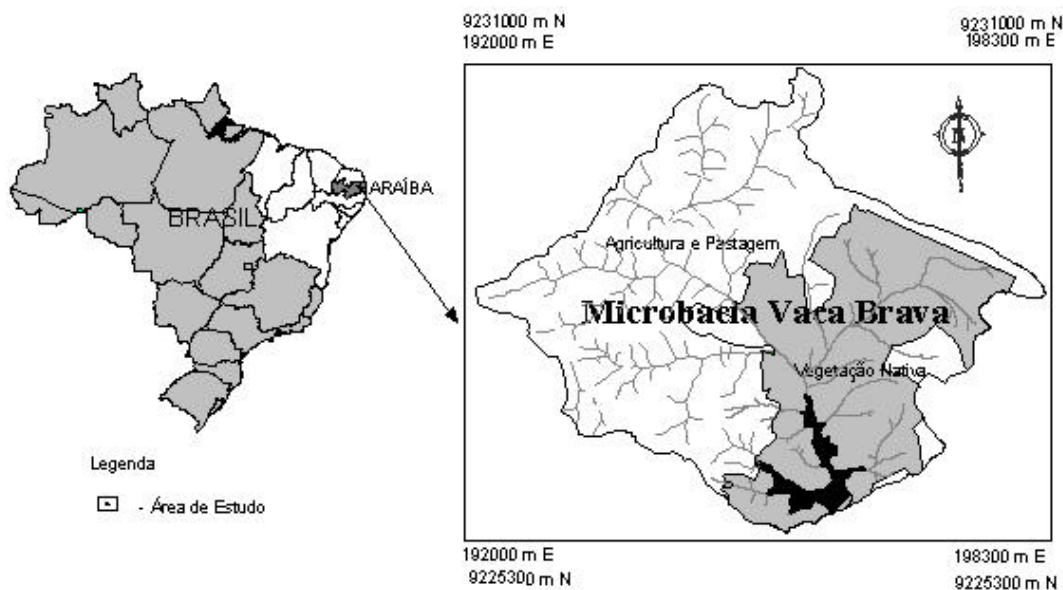


Figura 1. Localização da microbacia de Vaca Brava

Os dados das curvas de nível (5x5 m) em extensão *dxf* (*Drawing Interchange File*) foram então importados para o SPRING 3.6 (INPE, 2002) e o SURFER7 (1999). A digitalização das curvas de nível gerou uma série de arquivos vetoriais e a partir daí foram colocadas as cotas das curvas de nível, (Figura 2) e gerada uma grade retangular com resolução de 30 por 30 m e interpolador de média ponderada / cota quadrática. Em seguida, esses arquivos vetoriais foram convertidos para o formato raster, gerando-se uma imagem sintética de níveis de cinza. Sobre esta imagem basearam-se todos os procedimentos de interpolação dos valores de altitude e cálculo de declividade, que culminaram com a obtenção do mapa da distribuição espacial do relevo. Com os dados de declividade e curvas de nível foi realizado o fatiamento que é apresentado na figura 3. Finalmente, geraram-se as isolinhas e depois a visualização tridimensional (Figura 4).

Para descrever as características do solo, coletaram-se 300 amostras de solo em diversas posições do relevo (várzea, topo, pedimento e encosta) na profundidade de 0-20 cm (Figura 5). As amostras foram analisadas quanto à textura (distribuição quantitativa das classes de tamanho de partículas de que se compõe o solo) pela metodologia de Bouyoucus (1951) modificada por Day (1965). As classes texturais encontradas foram: Areia (Ar), Areia-franca (ArFr), Franco-arenosa (FrAr), Franco-argilo-arenosa (FrArgAr), Areno-argilosa (ArArg), Argilo-arenosa (ArgAr) e Argila (Arg); a densidade do solo foi obtida conforme Forsythe (1975).

Também foram determinados o uso da terra e a declividade do terreno nos pontos amostrados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As planícies (várzeas e topo) representaram apenas 17% das áreas descobertas e resumidas a pequenas áreas. No entanto, são as áreas preferidas pelos produtores para uso agrícola devido à facilidade de manejo (planas) e acúmulo de água no solo. As áreas de encostas foram as predominantes (82%) caracterizando-se uma região de relevo forte a fortemente ondulado. A declividade mediana foi em torno de 17%. A predominância de áreas de encosta com esse declive acentuado, em relação áreas de planície, apontam para a necessidade de um manejo adequado do solo, visando minimizar os processos erosivos, que resultam na degradação da qualidade do solo (Figuras 2, 3, e tabela 2). Atualmente, as áreas se encontram bastante erodidas pelo processo de vertentes (escoamento superficial, rastejamento e deslizamento), processos fluviais e ainda pela interferência antrópica que acelera os processos erosivos naturais. O material é movimentado vertente abaixo, propiciando a formação de depósitos de pé de vertente ou talude de detritos, alguns retrabalhados de modo acentuado. Estes depósitos camuflam até certo ponto o contato angular com a baixada (Carvalho, 1982).

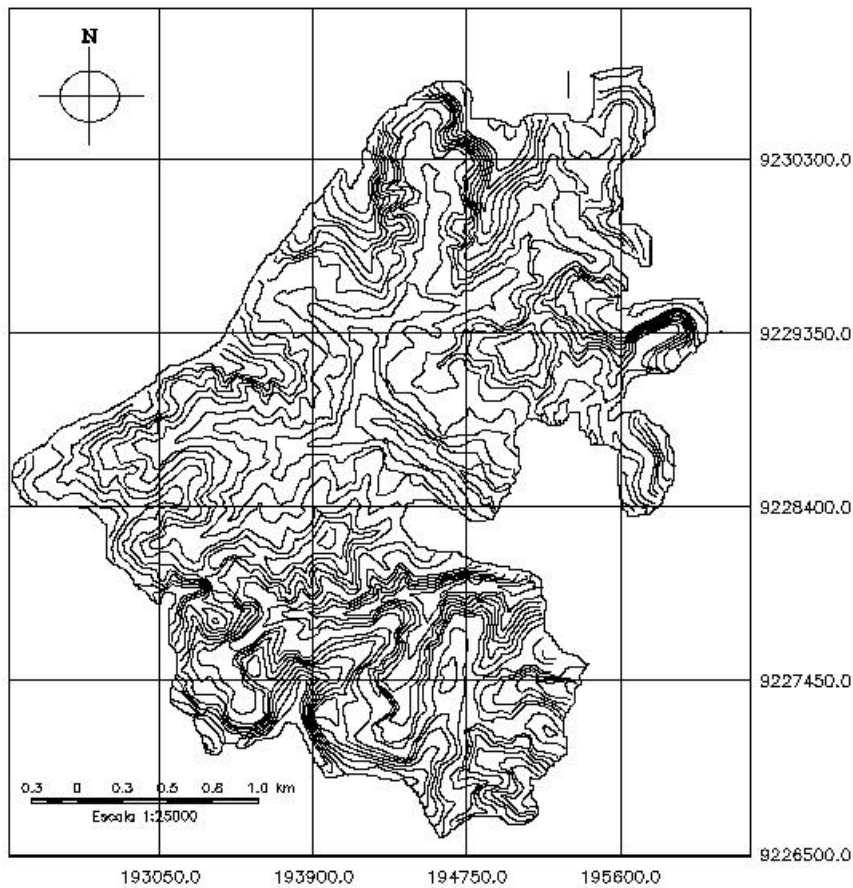


Fig. 2 - Curvas de nível (5x5m) da microbacia Vaca Brava, PB.

Na figura 4, observa-se a representação 3D do relevo do setor da bacia sob exploração agropecuária (sem a vegetação nativa). O sistema de drenagem da bacia passa pela área de reserva florestal (Figura 1) antes de atingir as cotas mais baixas, onde se encontra o reservatório. Esse sistema conta, na área agrícola, com duas várzeas principais (Figura 4) que convergem num canal único, já dentro da mata (Figura 1).

O locais de retiradas de amostras de solo para análises foram indicados na figura 5.

As texturas mais grosseiras (ArFr, FrAr) foram, de forma geral, encontradas em áreas menos declivosas (< 8%); os produtores preferem estas regiões para o cultivo de culturas anuais (milho, feijão e mandioca) e

formação de capineiras (capim elefante). Esta preferência não é só pela menor declividade e sim também por serem áreas de acúmulo de sedimento (solos mais férteis), pela facilidade de preparo do solo e por manterem a umidade por períodos de tempo mais longos. Mesmo nas áreas planas (várzeas) os produtores utilizam os solos de textura fina para pastagens e capineiras e não para agricultura. As culturas plantadas em solos arenosos são comumente mais produtivas que em solo argilosos, mesmo que uma análise química revele níveis de fertilidade semelhantes (Assis & Bahia, 1998). Talvez a textura seja um dos fatores mais importantes na determinação do uso do solo nesta região.

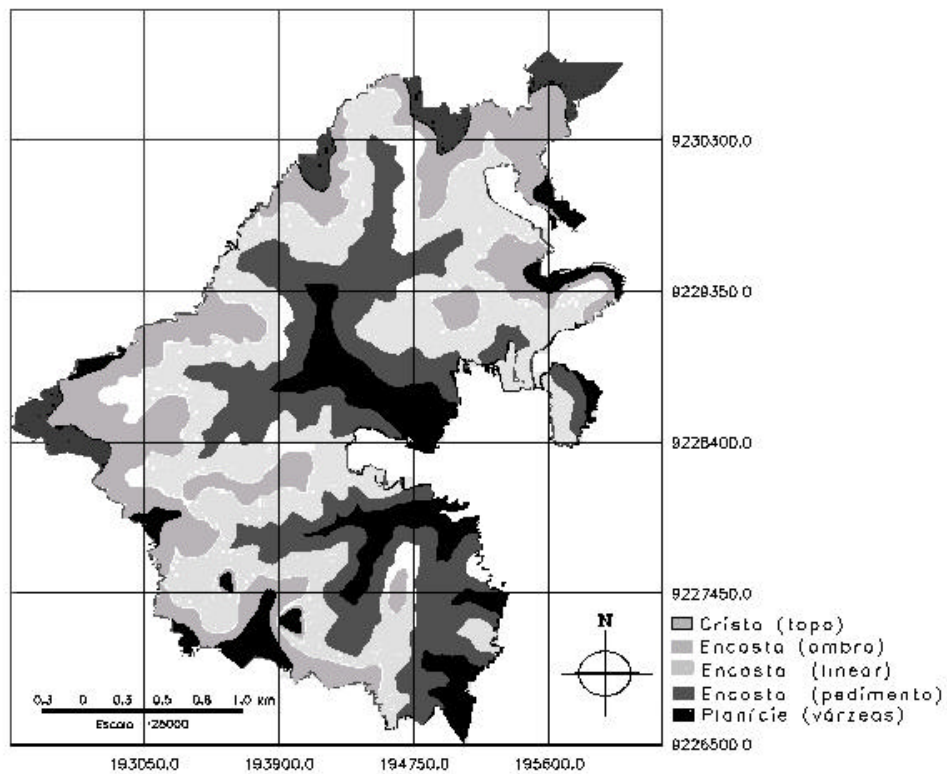


Fig. 3 - Distribuição das diferentes faces do relevo em áreas sob uso agrícolas na microbacia

TABELA 2 - ÁREA E PORCENTAGEM POR CLASSE TEMÁTICA DA MICROBACIA DE VACA BRAVA, PB.

RELEVO	ÁREA (ha)	%
<i>Várzeas</i>	122,5	15,43
<i>Pedimento</i>	246,7	31,80
<i>Encosta Linear</i>	245,7	30,95
<i>Ombro</i>	160,6	20,24
<i>Topo</i>	15,8	1,99
<i>Não Classificados</i>	02,5	0,31
Total	793,7	100

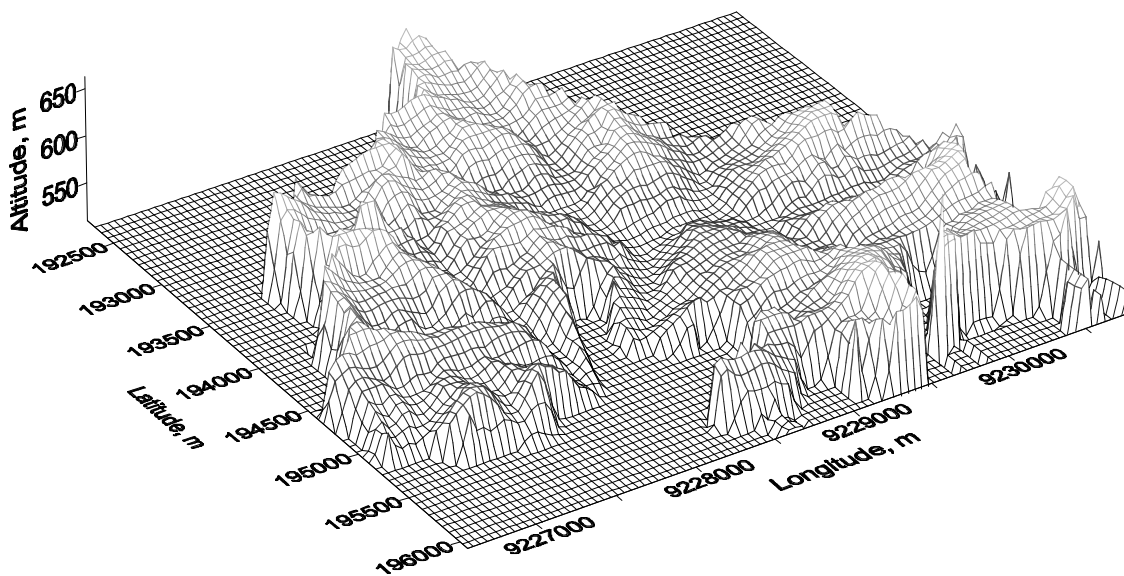


Fig. 4 - Representação tridimensional da área agrícola da microbacia Vaca Brava, PB

Nas áreas com declividade mais acentuada as texturas predominantes foram mais finas (Tabela 3). A relação entre textura e declividade foi indicada na figura 6, onde se observa que quanto maiores as declividades menores foram os teores de areia na camada de 0-20 cm do solo. Este gradiente provavelmente decorre de processos erosivos; de forma geral, é esperada uma relação estreita entre a susceptibilidade à erosão e a declividade do terreno. O solo que predomina nesta região é o Argissolo Vermelho-Amarelo equivalente Eutrófico (EMBRAPA, 1999), com a camada superficial de textura predominantemente arenosa e logo abaixo segue uma camada argilosa (transição abrupta). Desta forma, amostras de 0-20 cm em encostas erodidas terão teores decrescentes de areia (e conseqüente aumento de silte + argila) quanto maior tenha sido a erosão. Portanto, a diminuição de areia com o aumento da declividade (Figura 6) foi interpretada como um aumento da erosão.

A erosão tende a ser maior em solos com maiores teores de silte e areia e menor nos solos argilosos (Resende, 1985). Os solos de textura mais grosseira, devido à baixa agregação de suas partículas, são

facilmente erodíveis. Entretanto, solos com elevados teores de silte, têm certa agregação quando secos, mas quando umedecidos apresentam agregados com baixa estabilidade, sendo facilmente dispersos e transportados (Ferreira, 1992).

Quando uma toposseqüência é cultivada sem um manejo adequado, todos os solos ao longo do declive perdem sedimentos por arrastamento, principalmente nas primeiras chuvas que nestas regiões ocorrem com alta intensidade favorecendo a erosão. Com a continuação do cultivo e erosão, as áreas convexas das encostas apresentam perdas progressivas de sedimentos, enquanto que as áreas côncavas atuam inicialmente como áreas de deposição. Entretanto, com a continuidade da erosão, as áreas côncavas também sofrem perdas de sedimentos para outros locais (Gregorich et al. 1998). Geralmente, estes sedimentos que se perdem das áreas declivosas são acumulados nas menores cotas, que geralmente são áreas de várzeas.

Encontrou-se uma relação direta entre as classes texturais e a densidade do solo, com o aumento desta última a medida que a textura do solo foi ficando mais grosseira (Tabela 3).

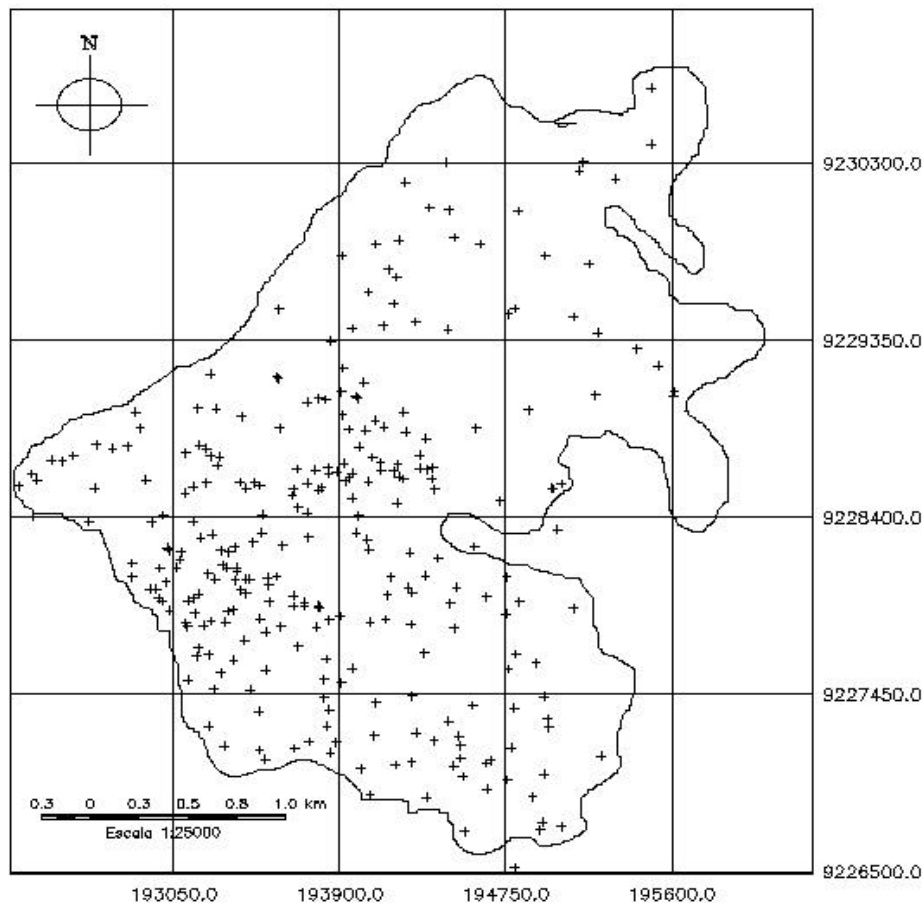


Fig. 5 – Localização das amostras nas áreas sob atividade agropecuária.

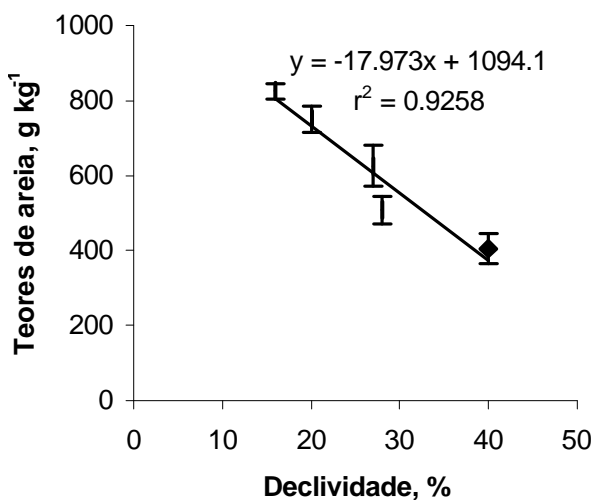


Fig. 6 - Teores de areia na meia-encosta em função da declividade do relevo

4. CONCLUSÕES

A microbacia de Vaca Brava é caracterizada por um relevo ondulado, onde predominam (82%) as encostas (ombro, linear e pedimento). Com base na relação entre a declividade e as classes texturais, conclui-se que a degradação causada pelos processos erosivos aumentou com a declividade. Não obstante as diferenças topográficas, a utilização do solo foi principalmente definida conforme a textura.

A relação entre textura e declividade mostrou que, quanto maiores as declividades menores foram os teores de areia (textura grosseira) do solo. Este gradiente decorre de processos erosivos; de forma geral, é esperada uma relação estreita entre a susceptibilidade à erosão e a declividade do terreno.

Existe uma relação direta entre as classes texturais e a densidade do solo, com o aumento desta última a medida que a textura do solo foi ficando mais grosseira.

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Projeto – Agricultura familiar) e IAI (InterAmerican Institute for Global Change – CRN 001) pelo financiamento deste trabalho; ao Professor Sergio Góes (UFPB) pelo empréstimo da Estação Total

e GPS Topográfico para o levantamento da microbacia e ao Laboratório de Física de Solo (CCA/UFPB) pelas análises granulométricas.

TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO (0 – 20 CM DE PROFUNDIDADE) DAS ÁREAS DE USO ANTRÓPICO DA MICROBACIA.

	TEXTURA	ds	Areia	Silte	Argila	d	Uso
		g cm ⁻³	g kg ⁻¹			%	Predominante
Várzeas (n. 53)	ArFr (n.22)	1,38 ± 0,02	812 ± 7,12	113 ± 7,49	75,0 ± 4,41	0 - 5	Agricultura/capineira
	FrAr (n.27)	1,28 ± 0,01	721 ± 10,8	139 ± 7,85	140 ± 5,05	0 - 5	Agr./cap./pastagem
	FrArgAr (n.04)	1,15 ± 0,02	562 ± 22,9	168 ± 12,6	270 ± 20,6	0 - 5	Pastagem/capineira
Pedimento (n.39)	ArFr (n.19)	1,32 ± 0,01	835 ± 5,65	76,2 ± 5,47	89,0 ± 2,63	10,0 ± 0,99	Agri./past./capineira
	FrAr (n.15)	1,25 ± 0,01	776 ± 6,16	84,5 ± 4,93	139 ± 3,04	9,40 ± 1,22	Pastagem/agricultura
	FrArgAr (n.05)	1,13 ± 0,04	677 ± 13,8	101 ± 9,33	222 ± 5,88	10,0 ± 0,85	Pastagem
Meia Encosta (n.152)	ArFr (n.29)	1,32 ± 0,01	825 ± 3,76	79,0 ± 2,99	95,9 ± 2,47	16,0 ± 0,89	Agricultura/Pastagem
	FrAr (n.54)	1,24 ± 0,01	751 ± 4,73	95,9 ± 2,28	153 ± 3,81	20,0 ± 0,89	Pastagem
	FrArgAr (n.47)	1,10 ± 0,01	626 ± 7,88	103 ± 3,41	271 ± 6,59	27,0 ± 1,59	Pastagem
	ArgAr (n.16)	1,01 ± 0,02	508 ± 8,98	86,2 ± 5,80	406 ± 8,58	28,0 ± 2,81	Pastagem
	Arg (n.06)	0,95 ± 0,01	406 ± 16,1	114 ± 6,31	480 ± 20,8	40,0 ± 3,44	Pastagem
Ombro (n.23)	ArFr (n.07)	1,36 ± 0,01	823 ± 7,00	89,0 ± 6,50	87,6 ± 5,27	12,7 ± 1,45	Agricultura
	FrAr (n.02)	1,27 ± 0,01	791 ± 8,13	92,0 ± 12,7	116 ± 4,60	21,0 ± 0,71	Agricultura/Pastagem
	FrArgAr (n.10)	1,12 ± 0,01	655 ± 20,9	94,6 ± 11,71	260 ± 16,1	13,6 ± 1,36	Pastagem/Capoeira
	ArgAr (n.04)	0,96 ± 0,02	523 ± 8,25	93,7 ± 8,88	381 ± 3,54	16,2 ± 3,65	Pastagem/Capoeira
Topo (n.29)	ArFr (n.07)	1,30 ± 0,03	830 ± 9,06	72,4 ± 8,72	98,0 ± 7,24	0 - 5	Pastagem
	FrAr (n.10)	1,25 ± 0,01	782 ± 5,83	65,7 ± 3,94	152 ± 7,46	0 - 5	Agricultura
	FrArgAr (n.08)	1,12 ± 0,02	663 ± 16,7	80,2 ± 6,4	256 ± 13,9	0 - 5	Pastagem
	ArgAr (n.04)	1,01 ± 0,04	514 ± 23,1	66,5 ± 8,67	419 ± 18,1	0 - 5	Pastagem/Agricultura

ArFr: Areia Franca; **FrAr:** Franco Arenosa; **FrArgAr:** Franco Argilo arenosa; **FrArg:** Franco Argilosa; **ArgAr:** Argilo Arenosa, **Arg:** Argilosa; **n.:** número de amostras; **ds:** densidade do solo; **d:** declividade média, Agr: agricultura, past.: pastagem, cap.: capineira, média ± erro padrão.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSAD, M. L. L. Uso de um sistema de informações geográficas na determinação da aptidão agrícola de terras. **R. Bras. Ci. Solo, Viçosa**. v.19, p.133-139, 1995.
- ASSIS, R. L.; BAHIA, V. G.; Práticas mecânicas e culturais de recuperação de características físicas dos solos degradados pelo cultivo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.191, p.71-78, 1998.
- BOUYOUCOS, J. J. A. Recalibration of the hydrometer method for making analysis of soil. **Agronomy Journal, Madison**, v.43, p.434-437, 1951.
- BROWN, S., SCHREIER, H., SHAH, P. B. Soil phosphorus fertility degradation: a Geographic Information System – based assessment. **J. Environ. Qual.** v.29, p.1152-1160, 2000.
- BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resource assessment**. Oxford University Press, New York. 194p, 1986.
- BURROUGH, P. A.; VAREKAMP, C.; SKIDMORE, A. K. Using public domain Geostatistical and GIS Software for spatial interpolation. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v.62, n.7, p.845-854, 1996

- CASTRO FILHO, C. A experiência em microbacias no arenito caiuí. In: PEREIRA, V.P.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. **Solos altamente suscetíveis à erosão**. UNEP/SBCS, Jaboticabal, p.159-168, 1994.
- CARVALHO, M. G. R. F. de “**Estado da Paraíba**”; **classificação geomorfológica**. João Pessoa, Editora Universitária/UFPb, 72p, 1982.
- DAY, P. R. Particle fractionation and particle size analysis. In BLAKE, C.A., ed. **Method of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, Pt1, p.545-567, 1965.
- DORAN, J. W. & PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; ETEWART, B. A. (eds.) **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, SSSA. p.3-21, 1994. (SSSA Special Publication, 35)
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 412p, 1999.
- FERREIRA, L. **Avaliação indireta da erodibilidade em solos com altos teores de ferro e aspectos relacionados à mineralogia e micromorfologia**. Lavras: ESAL, 82p, 1992, (Tese de Mestrado).
- FORMAGGIO, A. R.; ALVES, S. D.; EPIPHANIO, J. C. N. Sistemas de informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa. v.16, p.249-256, 1992.
- FORSYTHE, W. M. **Física de suelos**, Manual de laboratório. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 212p, 1975.
- GREGORICH, E. G.; GREER, K.J.; ANDERSON, D. W., LIANG, B. C. Carbon distribution and losses: erosion and deposition effects. **Soil & Tillage Research**, v.47, p.291-302, 1998.
- INPE. **SPRING 3.6**. Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. INPE, São Paulo, 2002.
- LAL, R. & PIRCE, F. J. The vanishing resource. In: LAL, R.; PIRCE, F.J. (Eds.) **Soil management for sustainability**. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, p.1-5, 1991.
- MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas Agrícolas. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, p.1-8, 1999.
- POLITANO, W.; CORSINI, P. C.; VASQUES, J. G. Ocupação do solo no município de Jaboticabal, SP. **Científica**, São Paulo, SP, v.8, n.1/2, p.27-34, 1980.
- RESENDE, M. N. Aplicações de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.128, p.3-18, 1985.
- RODRIGUES, J. B. T.; ZIMBACK, C.R.L.; PIROLI, E. L. Utilização de sistema de informação geográfica na avaliação do uso da terra em Botucatu (SP). **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa. v.25, p.675-681, 2001.
- SURFER 7. **Golden Software, Inc**. Contouring and 3D surface mapping for Scientistis and Engineers, 1999.
- VALÉRIO FILHO, M. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicado ao estudo integrado de bacias hidrográficas. In: **Solos altamente suscetíveis à erosão**. SBCS, p.223-242, 1992.