UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
MESTRADO EM GEOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO - GEOLOGIA AMBIENTAL

EFEITOS DOS MICRO-BARRAMENTOS NA AGRICULTURA DE SUBSISTÊNCIA – RIACHO BANANEIRAS - CANINDÉ – CEARÁ – BRASIL

SOCORRO LIDUINA CARVALHO COSTA

ORIENTADOR: CÉSAR ULISSES VIEIRA VERÍSSIMO

FORTALEZA – CEARÁ
2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
MESTRADO EM GEOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM GEOLOGIA AMBIENTAL

SOCORRO LIDUINA CARVALHO COSTA

EFEITOS DOS MICRO-BARRAMENTOS NA AGRICULTURA DE SUBSISTÊNCIA – RIACHO BANANEIRAS - CANINDÉ – CEARÁ – BRASIL

Dissertação submetida à coordenação do curso de Pós-Graduação em Geologia, área de concentração em Meio Ambiente, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: César Ulisses Vieira Veríssimo

FORTALEZA – CEARÁ

JULHO/2004

C837m

COSTA, Socorro Liduina Carvalho

Efeitos dos Micro-barramentos na Agricultura de Subsistência – Riacho Bananeiras - Canindé – Ceará – Brasil / Socorro Liduina Carvalho Costa – Fortaleza, 2004.

79f: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, 2004.
Orientador: Prof. Dr. César Ulisses Vieira Veríssimo

1- Micro-barramentos
2- Agricultura de Subsistência
3- Riacho Bananeiras
4- Solos

CDU 504.03

Universidade Federal do Ceará
Centro de Ciências
Departamento de Geologia
Mestrado em Geologia
Área de Concentração em Geologia Ambiental

EFEITOS DOS MICRO-BARRAMENTOS NA AGRICULTURA DE SUBSISTÊNCIA – RIACHO BANANEIRAS – CANINDÉ CEARÁ – BRASIL

Esta Dissertação foi apresentada como parte integrante dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Geologia, na área de Concentração em Meio Ambiente, outorgado pela UFC, a qual encontra-se a disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas de ética cientifica.

_____
Socorro Liduina Carvalho Costa

Dissertação aprovada em _____/_____/_____

Examinadores:

_____
Professor Doutor César Ulisses Vieira Veríssimo
(Orientador da Dissertação)

_____
Professor Doutor George Satander Sá Freire
Universidade Federal do Ceará

_____
Professor Doutor Fernando Felipe Ferreyra Hernandez
Universidade Federal do Ceará

"O Universo requer a eternidade... Por isso afirmam que a conservação deste mundo é uma perpétua criação, e que os verbos 'conservar' e 'criar' tão diferenciados aqui, são sinônimos no céu".

Jorge Luis Borges

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, força e poder de lutar quando pensei em desistir.

A minha mãe, meu filho e meu irmão, pelo que representam para mim.

Ao Professor César Veríssimo, pela sabedoria, conhecimento e determinação de avançar no novo.

Ao Professor Fernando Hernandez, pelas contribuições valiosas para execução deste trabalho.

Ao Professor Boanerges Freire de Aquino, representando o Centro de Ciências do Solo - UFC.

A minha amiga e irmã Anna Paula, pelo apoio e o incentivo nos momentos certos.

Ao amigo Luiz Correia, pela colaboração e conhecimento que enriqueceram esta dissertação.

Aos professores, funcionários e alunos do Mestrado de Geologia do Centro de Ciências da UFC.

Ao Engº João Bosco de Oliveira, pelo conhecimento repassado na área agronômica.

A Drª Mércia Cristina, pela amizade e compreensão nas ausências de trabalho.

Aos amigos da SRH, SOHIDRA, COGERH E FUNCEME, pelo apoio nesta pesquisa.

A todos aqueles que, de maneira direta e indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O semi-árido cearense requer estudos e técnicas para um melhor aproveitamento de seus recursos hidroambientais. A técnica dos micro-barramentos constitui-se em uma proposta de criação de bacias de acumulação, água e sedimentos através de barramentos escalonados, aproveitando-se o declive natural e seus diferentes níveis ao longo dos talvegues encaixados nos relevos residuais. Este trabalho foi elaborado no sentido de quantificar e qualificar os sedimentos retidos nos micro-barramentos construídos no riacho Bananeiras na microbacia do rio Cangati no município de Canindé. Estas pequenas obras foram monitoradas em um período de dois anos após a sua construção. Para determinação dos seus volumes, demarcou-se a zona de acumulação dos sedimentos com piquetes, compartimentando esta área em triângulos e medindo-se a espessura média dos sedimentos em cada vértice. Determinado os volumes, multiplicou-se pela densidade úmida e seca e obteve-se a massa dos sedimentos acumulados em cada barramento. Em amostra dos sedimentos acumulados por camadas, foram realizadas análises morfológicas, físicas e químicas. O fator de erosividade para à área foi calculado com o objetivo de identificar os meses de maior precipitação e potencial erosivo, responsáveis pelo maior transporte e deposição dos sedimentos a montante dos micro-barramentos. Foi avaliado também o nível de produção da agricultura na área, que foi afetada beneficamente pelos micro-barramentos com um rendimento na produção de arroz em média de 10.714 kg/ha para 2004. As análises realizadas permitiram concluir que os sedimentos acumulados no período monitorado possuem, maior capacidade de água útil, teores adequados de matéria orgânica (> 13g/kg), a relação C/N ficou estável (equilíbrio), em torno de 10, a soma de bases trocáveis ficou em média de 13,0 $cmol_c/kg$, os teores de micronutrientes foram considerados altos para os períodos úmidos e o caráter eutrófico ficou em média acima de 80%, mostrando-se eutróficos, ou seja, de boa fertilidade.

ABSTRACT

The semiarid region of the Ceará state requires specific techniques for the rational exploration of its hidrical and environmental resources. With relation to the storage of water, one usable technique consists in the construction of sucessive microdams that allowed the creation of reservoirs of water and sediments along the rivers channells using the natural slope of the terrain.

This present work was developed with the objective of quantifying and characterizing the accumulation of sediments inside the microdams constructed in the Bananeira river. This river is located at the Cangati watershed near the city of Caninde-CE, Brazil. These small microdams were observed for a period of two years after their construction. The volume of the sediments was calculated dividing the accumulation area by the average thickness of the sediments. Then, this value was multiplied for the humid and dry density of the sediments in order to get the mass of each microdam. Subsequently, samples of accumulated sediments were collected in each dam, layer by layer. Morphologic, chemical and physical analyses of these samples were made. The erosivity factor was calculated with the goal to identify the months of higher precipitation and erosive potential for the area, the main variables that interfere with deposition of sediments inside the microdam. The increase of agricultural production of the area was also evaluated. The rice production increase from 6.377 kg/ha in 2003 to 10.714 kg/ha in 2004. All those analytical elements have allowed to conclude that the sediments accumulated in the monitored period (two years) have a great capacity for accumulating water, adequate contents of organic matter (13g/kg), stable ratio C/N, and total base exchange capacity of 13,0 $cmol_c/kg$. Further, the content of micronutrients of sediments analysed is high for the humid periods and the average of the eutrophic charater is above 80%. Suggesting that over the mentioned sediments can be formed soil of good fertility.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS 11
LISTA DE PRANCHAS 11
LISTA DE TABELAS 11
LISTA DE QUADROS 12

1. INTRODUÇÃO 13

1.1. Apresentação 13
1.2. Justificativa 14
1.3. Objetivo Geral 14
1.4. Objetivos Específicos 14
1.5. Localização da Área Estudada 15
1.6. Características Fisiográficas e Sócio-Econômicas do Município de Canindé 15

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 17

2.1. Concepções Hidrosedimentológicas 17
2.1.1. Erosão e Conservação de Solos 17
2.1.2. Depósito Aluvial 21

3. METODOLOGIA DE TRABALHO 22

3.1. Seleção e Construção da Área para o Experimento 23
3.2. Estimativa da Massa de Sedimentos Retidos nos Micro-barramentos 25
3.3. Trabalho de Campo 26
3.4. Trabalho de Laboratório 27
3.4.1. Análises Físicas e Químicas 27
3.5. Estimativa da Erosividade 29

4. CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL 32

4.1. Caracterização Ambiental 32
4.1.1. Contexto Geológico 32
4.1.1.1. Rochas Plutônicas de Posicionamento Duvidoso 33
4.1.1.2. Complexo Nordestino / Pré Cambriano Inferior a Médio (p∈n) 33
4.1.1.3. Complexo Itatira / Pré-Cambriano superior (p∈it) 33
4.1.1.4. Coberturas Tércio-Quaternárias (Qa) 34
4.1.1.5. Estruturas 34
4.1.2. Geomorfologia 35
4.1.2.1. As Planícies e Terraços Fluviais 35
4.1.2.2. Depressão Sertaneja 35
4.1.2.3. Maciços Residuais 36
4.1.3. Aspectos Climáticos 38
4.1.4. Solos 42
4.1.4.1. Solo Podzólico Vermelho- Amarelo Eutrófico 43
4.1.4.2. Solo Bruno Não Cálcico 44
4.1.4.3. Solos Aluviais Eutrófico 44
4.1.4.4. Solos Litólicos Eutróficos 45
4.1.4.5. Correlação entre as Classes de Solos no Sistema de Classificação Utilizado e o Atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos 47
4.1.5. Vegetação 48

4.1.6. Recursos Hídricos 49
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 52
5.1. Atributos Físicos e Químicos dos Sedimentos Acumulados nos Micro-barramento na Área do Riacho Bananeiras 52
5.1.1. Atributos Físicos 52
5.1.2. Atributos Químicos 56
5.1.3. Estimativa da Deposição dos Sedimentos e Erosividade 65
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES 73
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 75
AANEXOS 79
ANEXO I – Análises Morfológicas 80
ANEXO II - Mapas 81

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 - Mapa de Localização e Acesso 16
FIGURA 3.1. ÁREA DO EXPERIMENTO 24
FIIGURA 3.2. - Esquema didático da montagem de um micro-barramento em arco horizontal / FONTE: PRODHAM 25
FIGURA 4.1. – Modelo Digital de Terreno 37
FIGURA 5.1- Análises granulométricas das frações acumuladas nos períodos Úmido 1, Úmido 2 (A e B) e Seco (C). 55
FIGURA 5.2 – Histograma das médias dos teores de cálcio, magnésio, sódio, potássio, hidrogênio e alumínio dos sedimentos nos períodos úmido 1, seco e úmido 2. 60
FIGURA 5.3 – Histograma de valores de S (soma de bases trocáveis) nos períodos; úmido 1, seco e úmido 2. 60
FIGURA 5.4 - Histograma de valores de T (trocas cátion iônica) nos períodos úmido 1, seco e úmido 2. 61
FIGURA 5.5 – Histograma dos valores de V (Caráter Eutrófico) nos períodos úmido 1, seco e úmido 2. 61
FIGURA 5.6 – Histograma dos valores médios de nitrogênio, carbono e matéria orgânica dos sedimentos, nos períodos úmido 1, seco e úmido 2. 62
FIGURA 5.7 – Histograma dos valores de Ferro (ppm) nos períodos úmido 1, seco e úmido 2. 62
FIGURA 5.8 – Histograma dos valores de Manganês (ppm) nos períodos úmido 1, seco e úmido 2. 63
FIGURA 5.9 – Histograma dos valores de Cobre (ppm) nos períodos úmido 1, seco e úmido 63
FIGURA 5.10 – Histograma dos valores de Zinco (ppm) nos períodos úmido 1, seco e úmido 64
FIGURA 5.11 - Bloco Diagrama..... 68
FIGURA 5.12 – Histograma de freqüência de Erosividade (mj.cm/ha.h.) e Pluviosidade (mm) em 2002 e 2003. 69

LISTA DE PRANCHAS

PRANCHA I – Aspectos construtivos dos micro-barramentos 30
PRANCHA II – Aferição de campo e medição das áreas e volume dos sedimentos acumulados. 31
PRANCHA III – Aspectos da geologia, geomorfologia, solos e vegetação da área. 51
PRANCHA IV – Perfis e cortes estatigráficos dos sedimentos acumulados na micro-bacia. 59
PRANCHA V – Aspectos dos micro-barramentos BA02 e BA04 nos períodos seco e úmido. 70
PRANCHA VI - – Aspectos dos micro-barramentos nos períodos seco e úmido e aproveitamento agrícola. 71
PRANCHA VII – O efeito benéfico dos micro-barramentos no aproveitamento dos solos recuperados para a agricultura. 72

LISTA DE TABELAS

TABELA 5.1. - Atributos Físicos dos Sedimentos Acumulados nos Períodos Seco e Úmidos 1 e 2. 54
TABELA 5.2. - Atributos Químicos dos Sedimentos Acumulados nos Períodos Seco e Úmidos 1 e 2. 58
TABELA 5.3. - Resultados obtidos nos cálculos de volume, densidade e massas dos materiais retidos nos micro-barramentos. 65

LISTA DE QUADROS

QUADRO 3.1 - Classes de erosividade da chuva média anual. 29
QUADRO 4.1. - Precipitação Total (em mm)/ Período: 1974-2003 / Posto: Canindé .. 40
QUADRO 4.2. - Balanço Hídrico de Canindé 41
QUADRO 4.3. - Relações entre as Classes de Solos e Respectivas Fases. 47
QUADRO 5.1 - Classe de Interpretação dos resultados dos micronutrientres das análises de solo 57
QUADRO 5.2 - Média mensal da Precipitação e Fator R nos anos 2002 e 2003. 66

1. INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação

Embora a temática ambiental ocupe crescente espaço em discussões técnicas e políticas, a idéia de preservação e conservação ainda é muito frágil. O sistema solo dentro de uma perspectiva ambiental é definido como uma unidade ecológica funcional da superfície da terra, que inclui sedimentos, rochas permeáveis e águas subterrâneas. O solo desempenha neste enfoque várias funções que, quando mal manejadas, deixam o solo sujeito a degradação, que podem ou não apresentar caráter irreversível. Uma das conseqüências direta dessa degradação é a erosão (Silva *et al.* 1999).

As práticas de conservação do solo e da água são entendidas, na maioria das vezes, como tecnologia de controle à erosão, que requer altos investimentos à sua implantação e produz resultados em longo prazo. Esta conceituação, ainda arraigada na mentalidade de técnicos e usuários dos solos, foi e tem sido um dos principais obstáculos à adoção de medidas para o uso e manejo racional do solo e da água (BRASIL, 1983).

A técnica dos micro-barramentos é constituída por enrocamentos sem argamassa e funciona como uma barreira antierosiva em trechos de pequenos talveges, forçando a deposição de sedimentos transportados pela corrente, cuja alternância de fluxos permite uma composição de partículas multivariadas em sua granulometria, impedindo o desgaste do solo provocado pela exportação de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica.

Nesta dissertação os estudos hidrossedimentologicos realizados nos micro-barramentos situados no leito do riacho Bananeiras possibilitaram avaliar a contenção dos sedimentos, calcular seu volume e massa, caracterizar a natureza química e física destes sedimentos como também estimar a erosividade e entender como se processa a acumulação e a deposição dos sedimentos na área em estudo.

1.2. Justificativa

Os micro-barramentos constituem a ação básica do PRODHAM (Programa de Desenvolvimento Hidroambiental das Microbacias Hidrográficas do Estado do Ceará), que tem suas raízes em experiências efetuadas pelo Projeto Base Zero (1997), Fazenda Caroá - Afogados da Ingazeira – PE, cujos primeiros ensaios a metodologia consagrou-se em resultados surpreendentes no processo de contenção dos sedimentos e na recuperação das microbacias hidrográficas do ambiente semi-árido nordestino.

Esta técnica é também popular entre os aldeões da África Ocidental, precisamente em Burkina Faso, onde o interesse neste tipo de barramento cresceu substancialmente no final dos anos 80, por ser uma técnica de baixo custo e de fácil construção.

Os "diques filtrantes" como são chamados pelos franceses, segue as mesmas especificações de construção dos nossos barramentos no semi-árido.

Os benefícios dos micro-barramentos na redução da sedimentação e assoreamentos dos rios e barragens são conhecidos. Entretanto são necessários estudos mais abrangentes sobre a formação desses depósitos e da qualidade de seus constituintes minerais e orgânicos.

1.3. Objetivo Geral

A pesquisa apresentada nesta dissertação teve como objetivo geral analisar os efeitos da implantação dos micro-barramentos na agricultura de subsistência da área do entorno do Riacho Bananeiras.

1.4. Objetivos Específicos

- Estudar tipos de materiais acumulados quantificando seu volume e massa, correlacionando estas informações com intensidade de chuvas.
- Analisar qualitativamente os sedimentos acumulados, pautado nos princípios de análises química e física.
- Estimar a erosividade e transporte de sedimentos no Riacho Bananeiras, na microbacia do Cangati.
- Subsidiar políticas, planos e projetos para o desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos e da conservação ambiental.

1.5. Localização da Área Estudada

A área em estudo está localizada na porção norte-central do Estado do Ceará a 149 Km da capital, limitada pelas coordenadas 04°36'13" de latitude Sul/ 39°24''19" de longitude WG e 04º36'52" de latitude Sul/; 39°22'59" de longitude WG, na microrregião dos Sertões de Canindé. (FIGURA 1.1)

1.6. Características Fisiográficas e Sócio-Econômicas do Município de Canindé

O município de Canindé possui uma área de 3.205 Km² e está situado no semi-árido na região Centro-Norte a uma latitude de 4°21'32" norte e longitude 39°18'42" oeste de *Greenwich* numa altitude de 149,73 m.

O município limita-se ao:

Norte – Caridade, Paramoti, General Sampaio, Tejuçuoca e Irauçuba;

Sul – Itatira, Madalena e Choró;

Leste – Itapuina, Aratuba, Mulungu e Caridade;

Oeste – Irauçuba, Sobral e Santa Quitéria.

O município possui cerca de 936 Km de estradas municipais sem pavimentação em estado de conservação regular.

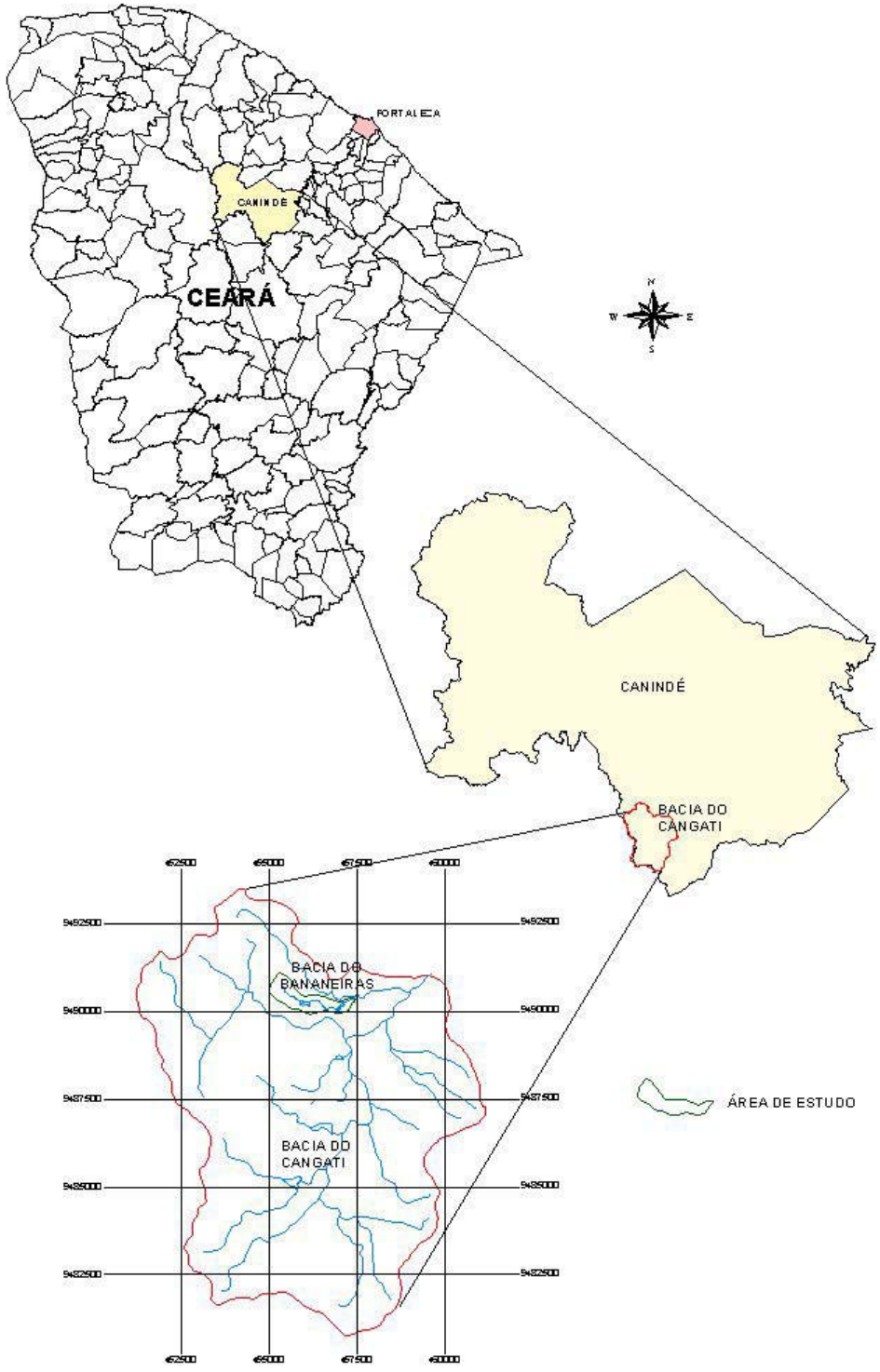
Segundo dados fornecidos pelo IBGE (censo 1998) a população de Canindé é de 68.345 habitantes, sendo que 58,51% (39,989 hab) estão na zona urbana e 41,49% (28.356 hab) estão na zona rural.

O seu relevo é constituído de superfícies planas, onduladas e fortemente onduladas, e seu solo possui baixa fertilidade.

Quanto à hidrografia, a superfície do município está compreendida pelas Bacias do Curu 78,4%, Metropolitana 19,2%, Acaraú 2,16% e Banabuiú 0,23%.

Para efeito de planejamento estadual – Canindé integra a microrregião de Canindé composta pelos municípios de Canindé, Caridade, Itaitira e Paramoti.

FIGURA 1.1 - Mapa de Localização e Acesso



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Concepções Hidrosedimentológicas

2.1.1. Erosão e Conservação de Solos

A erosão do solo é um fenômeno de desgaste das rochas e solo, com desagregação, deslocamento ou transporte das partículas por ação da água ou outros agentes como o vento, depositando-se nas áreas topograficamente mais baixas, originando os depósitos sedimentares. Por isso pequenas bacias estão mais sujeitas à erosão, devido à condição de seus terrenos em declives de médio a forte, havendo a necessidade de maior controle. A ocorrência da erosão se dá em duas formas, a "geológica" ou natural e a "acelerada", também chamada de induzida ou causada pelo homem. Quanto aos tipos de erosão, ela pode ser classificada em "eólica", "fluvial", "remoção em massa" e "hídrica superficial" (Carvalho 1994).

Já Coelho Neto (1998), menciona que a erosão pode ser concebida como um fenômeno de natureza fundamentalmente hidrológica, sendo desencadeada pela ação de escoamentos superficiais e sub-superficiais, ou ainda, pela ação gravitacional diante do decréscimo da resistência dos minerais sob saturação ou próximo à saturação de água. Trata-se de um produto do comportamento das águas pluviais frente à resistência dos minerais disponíveis nos domínios fluviais e das encostas.

A magnitude da ação da chuva é determinada pela erosividade, ou seja, a capacidade que a chuva apresenta de provocar erosão. O solo, por sua vez, possui diferentes graus de suscetibilidade à erosão (ou capacidade de resistir à ação erosiva da chuva), os quais são determinados pelos atributos de superfície (comprimento e grau do declive, cobertura e manejo do solo e práticas conservacionistas complementares) e pela erodibilidade do solo (Wischmeier & Smith 1965).

A ação das chuvas é extremamente importante na erosão do solo e há uma tendência para aumento da perda de terra com o crescimento das quantidades anuais de precipitação. Como a erosão está associada não só ao total de água tombada, mas também à intensidade da precipitação e à umidade do terreno, pode-se inferir que nos anos de maior pluviosidade há um maior encharcamento do solo, que assim é mais facilmente carreado (Tavares & Vitle, 1993).

A distribuição temporal das chuvas é um parâmetro fundamental no processo erosivo, de forma que eventos isolados de chuva intensa têm poder erosivo muito maior do que chuvas uniformemente distribuídas, para uma mesma pluviosidade total.

O impacto das gotas de chuva sobre o solo desloca as partículas, que podem ser carreadas para os sulcos e microcanais, caso o deflúvio superficial tenha energia suficiente para transporta-las. Tanto o deflúvio como os escoamentos pelos canais utilizam a energia gravitacional para manter o escoamento, vencer as resistências encontradas e transportar os sedimentos destacados (Bertoni & Lombardi Neto, 1999)

Nas regiões semi-áridas, como a estudada nesta dissertação, são observadas, como características básicas, estações seca e chuvosa bem definidas, solos rasos e vegetação de caatinga. Ao longo da estação seca, a vegetação perde sua folhagem desprotegendo os solos do ataque das chuvas. Com as primeiras precipitações, os solos desprotegidos são facilmente carreados, havendo perdas significativas das camadas superficiais. No período chuvoso, a vegetação recupera sua folhagem e executa uma interceptação mais eficiente das chuvas.

As tensões de cisalhamento da água em movimento sobre o solo provocam o destacamento das partículas e estas são transportadas pela enxurradas. A ação desta é governada pela sua velocidade (que depende da quantidade de água em movimento e declividade do terreno), turbulência (em razão das irregularidades da superfície, formam-se correntes ascendentes que arrancam e transportam partículas) além da quantidade e tipo de material carreado (Fernandes, 2000).

Estando o solo descoberto, as gotas da chuva destroem os agregados no ponto de impacto e fornecem energia para a água de escoamento superficial, na forma de turbulência, aumentando assim sua capacidade de desagregação e transporte. Como conseqüência da destruição dos agregados, ocorre a formação de uma fina camada superficial de solo superficial com baixa condutividade hidráulica saturada, que diminui substancialmente a capacidade de infiltração de água no solo. No momento em que a taxa de precipitação passa a ser maior que a taxa de infiltração de água no solo, inicia o escoamento superficial de água ou enxurrada, o qual também apresenta capacidade de provocar erosão. A capacidade que a chuva apresenta de provocar erosão é denominada de erosividade e a medição desse fator deve incluir, necessariamente, o efeito do impacto das gotas e o da enxurrada. (Duley, 1939).

Uma das graves conseqüências da erosão do solo é a degradação da sua fertilidade. Normalmente, quando um solo está sob processo de erosão, a sua parte mais fértil, aquela que possui um maior teor de matéria orgânica e um maior conteúdo de

nutrientes, é perdida, é o que acontece com o nitrogênio por ser mais solúvel e o fósforo, por ser absorvido pelas partículas mais finas do solo. (Bertoni & Lombardi Neto. 1985).

Outro grave problema que a erosão do solo causa é a acumulação de sedimentos mais grosseiros nas partes mais baixas dos terrenos. Os mais finos, porém, em muito maior volume, são transportados pelas enxurradas, ocasionando problemas, nos córregos, rios, canais e acumulações de água, tipo: redução da capacidade dos córregos e reservatórios, aumento dos custos das fontes de suprimento d água, danos à fauna silvestre e aquática, acréscimo de manutenção dos canais e rios navegáveis, diminuição do potencial de energia, questões de irrigação e drenagem, acréscimo dos custos dos caminhos e estradas, prejuízos em casas e cidades. (Bertoni & Lombardi Neto,1985).

Para Correia (1994), a erosão dos solos acarreta danos a outros recursos naturais, destacadamente à água presente nos rios, reservatórios e lençóis freáticos, pelo assoreamento com terra carreada com fertilizantes e pesticidas químicos transportados. Diz ainda que, a enchente dos rios, pode provocar a inundação das cidades e áreas ribeirinhas, ocasionando estragos e sérios prejuízos econômicos.

Munn *et al.* (1973), ao analisarem o efeito dos fatores solo, cobertura, declive e chuva sobre o solo e o movimento do fósforo sob condições de chuva simulada, verificaram que a quantidade de água drenada de sólidos erodidos e fósforo na drenagem superficial aumentou com o grau de declive e intensidade da chuva, e que, as concentrações de fósforo solúvel foi suficiente para eutrofizar à água.

No processo de erosão hídrica alguns nutrientes apresentam maiores concentrações no sedimento, e outros na solução. Os sedimentos erodidos são mais rico em, fósforo, cálcio, magnésio, potássio e matéria orgânica do que o solo original. Isto ocorre, devido o material transportado ser mais rico em silte e argila do que o solo de onde se originou o sedimento. (Seganfredo *et al.*,1997).

Vieira *et al.* (1978), afirmam que o material erodido é mais rico em nutrientes e matéria orgânica, do que o solo que permanece, principalmente quando as perdas de solo são pequenas. Os autores confirmaram que as perdas de nutrientes, como fósforo, potássio, cálcio e magnésio e de matéria orgânica, geralmente acompanham proporcionalmente as perdas de solo.

As áreas de maior declividade apresentam perdas nas enxurradas as quais começam a aparecer, sempre que a intensidade de precipitação ultrapassa a capacidade de infiltração do solo. Durante o inverno, chuvas de grande intensidade caindo sobre as áreas com declividade, cultivadas e sem proteção conservacionistas, originam a desagregação,

transporte e deposição das partículas de solo, conseqüentemente promovem a decapitação de seus horizontes e a poluição por sedimentos nos rios, açudes, estradas e áreas em cultivo (Oliveira, 1981).

Outro aspecto a ser considerado é o tempo de formação de solo. Diversos autores estimam a taxa de sua formação, entre eles, Hudson (1981). Ele calcula que uma camada de 1cm de solo leva cerca de 120 a 400 anos para se formar. Em outras palavras, são necessários de 12.000 a 40.000 anos para a formação de 1 m de solo.

A adoção de medidas efetivas de controle preventivo e corretivo da erosão depende do entendimento correto dos processos relacionados com a dinâmica de funcionamento hídrico sobre o terreno. As práticas conservacionistas que controlam a erosão são muito efetivas na redução das perdas de nitrogênio desde que o maior parte desse nutriente perdido está associado aos sedimentos, verificando-se que as perdas em áreas terraceadas eram cerca de 33% daqueles que ocorriam em áreas com simples cultivos em curvas de nível. Nessas áreas determinaram-se perdas de 57Kg/ha de N; a maior parte deste estava sob a forma orgânica, portanto, não disponível para uso imediato pelas plantas. Já o fósforo, as perdas totais nos sedimentos e em solução não excederam 1,9Kg/ha, sendo que 90% deste estavam nos sedimentos. Com estes resultados, Alberts *et al.* (1978), concluíram que o terraceamento reduziu as perdas de N e P aproximadamente dez vezes, quando comparadas com as perdas ocorridas em áreas com simples plantio em nível.

O assoreamento dos reservatórios não pode ser evitado, mas pode ser retardado por meio de técnicas de conservação do solo na bacia de drenagem, reduzindo a erosão através da construção de terraços, de cultivo e aração em curvas de nível e métodos similares como os cordões em contorno de pedra, que são construídos nas áreas com alta pedregosidade para o controle da erosão dos solos. Estes cordões, além de protegerem o solo de perdas por escorrimento superficial de água, têm a vantagem de facilitar as práticas de manejo dos solos e das culturas, após a remoção das pedras (Klant & Stammel, 1983).

Em áreas de declividade de até 15%, num período de 1,5 ano, os cordões impediram o carreamento de mais de uma tonelada de terra por ano, em cada cem metros lineares de seu comprimento, evitando o comprometimento da qualidade da água e aumentando a vida útil de uma barragem (Silva & Paiva, 1985).

Muitos programas de conservação têm falhado porque a tecnologia foi inapropriada, ou desviada, ou porque não foi levada em conta a situação social e porque não houve envolvimento da população. O relatório de conservação de solo no norte da África, diz que em grandes programas de conservação do solo na Argélia, Marrocos e Tunísia, de 1950 a

1975 foram baseados em tecnologias inadequadas importadas de condições totalmente diferentes nos Estados Unidos, e todos os esforços foram um engano que não poderia ser repetido (Reij, 1987).

Em regiões semi-áridas o objetivo mais comum é reduzir a velocidade do escorrimento superficial e aumentar a infiltração e deposição de silte. Isto requer estruturas de simples e de baixo custo dos clássicos sistemas de drenos, terraços em nível e outros dispositivos para águas pluviais. Para regiões semi-áridas devem ser adaptadas técnicas simples que podem ser executadas em trabalhos de extensão e pelos próprios agricultores (Hudson, 1987).

As Barragens de Pedras, também denominadas de "Barragens Sucessivas", são construídas em formato de arco romano deitados com pedras soltas, arrumadas em "cunha", nos tributários (riachos) de largura inferior a 15 metros a partir da 5ª ordem de hierarquização dentro da Bacia Hidrográfica. Esta obra é fundamentada em experiência concreta vivenciada já por vários anos no Projeto Base Zero da Fazenda Caroá em Afogados da Ingazeira – Pernambuco (Padilha, 1997) e em pesquisas da FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations,1991).

2.1.2. Depósito Aluvial

Os cursos de água – rios ou riachos – que escoam na região semi-árida do nordeste do Brasil são quase todos, à exceção do São Francisco e Parnaíba, de caráter temporário, também chamado de intermitentes por secarem durante a maior parte do ano.

O escoamento da água na superfície das encostas, nas canaletas de drenagem, riachos, rios e reservatórios, constituem um dos processos fundamentais na dinâmica hidrossedimentológica de uma bacia.

Riccomini *et al.* (2000), considera que, os quatro padrões fundamentais de rios podem ser desmembrados em tipos intermediários com base no regime predominante de transporte da carga sedimentar – em suspensão, por tração ou misto. Os fatores que controlam a variação na descarga e o tipo de carga sedimentar são variáveis. Nas regiões semi-áridas, onde a vegetação é esparsa como a estudada, o escoamento superficial pode ocorrer apenas a intervalos de meses ou até anos (chuvas esporádicas) com o conseqüente transporte de clastos de granulação grossa resultante dos processos de desagregação mecânica.

O depósito aluvial possui constituição, largura e espessura muito variáveis em função de vários fatores tais como: constituição e resistência da rocha que é erodida; força viva do rio que por sua vez depende da inclinação do leito do rio e da largura do vale; volume de água escoado que depende das taxas de precipitação pluviométrica – chuvas – que caem na bacia hidrográfica; condicionantes geo-estruturais como falhas, fraturas e dobras do embasamento rochoso, dentre outros fatores de menor importância, como a vegetação, a ação do homem, os ventos a umidade relativa e outros. O transporte dos sedimentos gerados a partir dos processos erosivos é realizado predominantemente pelos cursos d'água, mais freqüentemente na estação chuvosa, quando se verifica a ocorrência de 70% a 90% de todo sedimento transportado pelos cursos d'água (Fernandes, 2000).

Ao cessar completamente o escoamento de base do rio, a água continua a escoar sub-superficialmente, dentro do "pacote" de sedimentos detríticos – cascalho, areia, silte e argila – que no conjunto constitui o aluvião ou depósito aluvial. Esses sedimentos são originados pela seqüência de processos que atuam na superfície da bacia hidrográfica, iniciando-se com o intemperismo que é o desgaste das rochas existentes, seguindo-se do transporte através das águas do rio e, finalmente, pela sedimentação ou deposição desse material no próprio leito, mais abaixo da fonte de erosão. A unidade de sedimentação nas quais existe gradação de granulação, de grossa a fina, em geral da base para o topo da unidade é chamada estrutura gradacional. A passagem de uma camada com estratificação gradacional para outra, com características sedimentares similares, se faz por um contato brusco. Neste caso, os níveis grosseiros de camada superior jazem diretamente sobre os sedimentos finos da camada inferior, evidenciando, dessa maneira, uma ciclicidade no processo deposicional (Suguio, 1980).

A natureza procura um equilíbrio próprio. desta forma, se há mudança na quantidade de descarga sólida, o rio responde, reagindo conforme as alterações impostas. Caso a carga sólida seja grande haverá uma tendência de depósitos, ocorrendo a "agradação" do leito do rio. Ao contrário, se a carga sólida é pequena, o rio responde com a "degradação" do leito (Carvalho, 1994).

3. METODOLOGIA DE TRABALHO

Os procedimentos metodológicos operacionais constituem, em um conjunto de procedimentos adotados para se atingir o conhecimento e a veracidade dos fatos.

Neste trabalho foram adotadas técnicas experimentais, observacionais e comparativas distribuídas em etapas diversas, que possibilitaram a elaboração desta pesquisa.

3.1. Seleção da Área e Construção para o Experimento

Inicialmente, selecionou-se uma área de aproximadamente 430 metros dentro do riacho Bananeiras, na microbacia do Cangati, para construção dos micro-barramentos, que foram denominados de montante para jusante de BA01, BA02, ... BA07. A operação de construção foi executada de jusante para montante do fluxo d'água (FIGURA 3.1). Em seguida, foram instaladas réguas graduadas em centímetros marcando o nível inicial na instalação da barragem juntamente com a data da medição (PRANCHA I).

Os micro-barramentos foram construídos em forma de arco circular deitado, com um ângulo de aproximadamente 120º no plano horizontal, com pedras soltas e arrumadas em forma de "cunha". Tendo como dimensões básicas do corpo da barragem, às seções de um trapézio, numa relação aproximada de 1,5/1 entre a base e a altura do triângulo da seção transversal do talude de jusante e 0,5/1 entre a base e a altura do triângulo transversal do talude de montante. A FIGURA 3.2, indica a cota máxima da crista de cada barramento, de 20 a 30 cm por cerca de 1/5 da altura , sendo menor que a cota da ombreira mais baixa. Na construção a extensão máxima de ombreira a ombreira foi cerca de 30 m e a altura máxima da crista até a base do barramento foi de até 2,5 m.

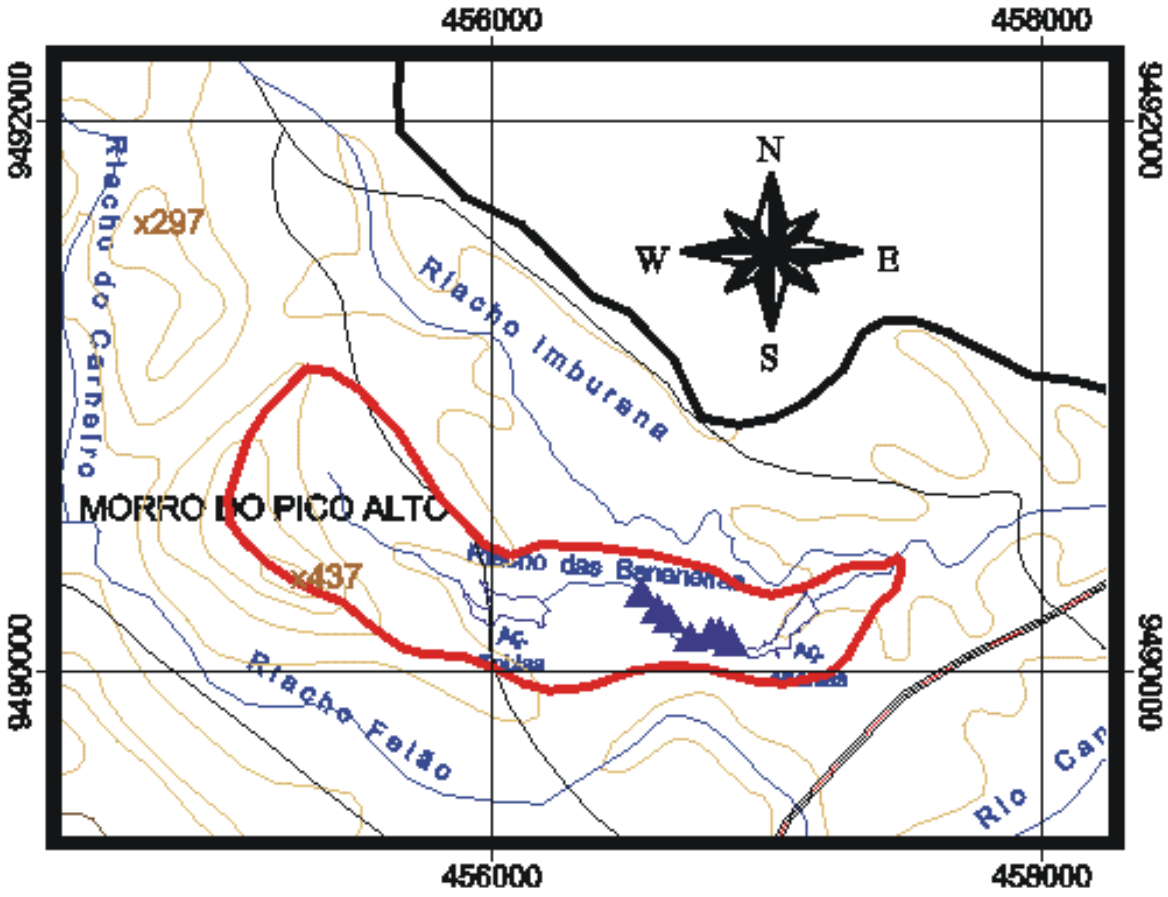
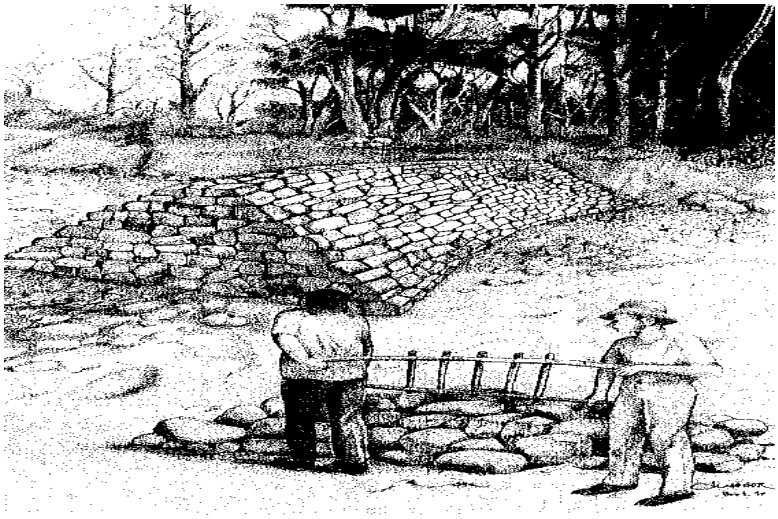


FIGURA 3.1. ÁREA DO EXPERIMENTO



FIIGURA 3.2. - Esquema didático da montagem de um micro-barramento em arco horizontal / FONTE: PRODHAM

3.2. Estimativa da Massa de Sedimentos Retidos nos Micro-barramentos

A massa de sedimentos, t/ha, retida pelos micro-barramentos, foi estimada através do cálculo do volume de terra da secção transversal da camada de acumulação de sedimentos, após um ano de sua construção.

Para limitação do seu volume, demarcou-se a zona de acumulação de sedimentos, utilizando piquetes para definir os limites extremos. Para tal foram realizadas leituras de direção com bússola e tomadas medidas com trena entre os piquetes. A área total ficou compartimentada em triângulos onde o vértice coincide com os piquetes. A espessura foi determinada em cada piquete e posteriormente multiplicada pelas sub-áreas para determinação do volume de sedimentos acumulado. Em função das variações de espessura ao longo da área de acumulo de sedimentos (irregularidade na topografia e assimetria dos vales fluviais (seções transversais)) utilizou-se um valor médio considerando as espessuras observadas em cada piquete (vértice das áreas triangulares).

A densidade do solo, foi determinada com o emprego da técnica (NBR7185-ABNT), utilizando-se o frasco de areia. Onde o solo extraído do furo é colocado em

recipientes e secado em estufa, em seguida pesa-se em balança de mola (PRANCHA II – Fotos 1 e 2). A densidade seca foi obtida, dividindo-se o peso da amostra seca pelo volume determinado “in situ”; já a densidade úmida é obtida calculando-se o peso da água contida num centímetro cúbico de amostra e adicionando à densidade da amostra seca.

Os dados coletados foram levados para meio digital onde foram calculadas as sub-áreas triangulares e a área total utilizando o software AutoCAD 2.0. A área desse triângulo (m^2) multiplicada pela espessura média dos sedimentos acumulado em metros, forneceu o volume de terra acumulada, o qual multiplicado pela média da densidade seca e densidade úmida dessa camada determinada, indicou a massa de terra retida (PRANCHA II – Fotos 3 e 4).

3.3. Trabalho de Campo

Para análise e observação dos sedimentos acumulados foram feitas trincheiras à montante dos micro-barramentos, para descrição e posterior análise em laboratório.

Foram realizadas três coletas de sedimentos para cada barramento; a primeira na estação chuvosa 2002 (úmido 1), a segunda no verão 2002 (seco) e a terceira na estação chuvosa 2003 (úmido 2).

Em cada trincheira foram determinadas as camadas de sedimentação denominadas por letras (A, B... H) conforme aumentava a profundidade, e analisadas separadamente para os seus atributos físicos e químicos.

A coleta deste material foi realizada tomando-se todos os cuidados necessários para não haver contaminação e a menor perda possível de umidade, para isso foram armazenadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório.

3.4. Trabalho de Laboratório

Nas amostras de sedimentos, coletadas em campo, foram determinadas as características químicas (Ca^{++}, Mg^{++}, K^{+}, Na^{+}, P, C, N, Al^{+3}, MO, pH) e físicas (granulometria, grau de floculação, densidade, umidade, CE) do solo, com a metodologia empregada pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - SNLCS (EMBRAPA, 1979) no laboratório do departamento de Solos da Universidade Federal do Ceará-UFC

3.4.1. Análises Físicas e Químicas

A seguir as determinações físicas e químicas executadas no Laboratório de Solos e Água (UFC):

- Granulometria – determinada pelo método da pipeta, usando-se como dispersante hidróxido de sódio 1N (NaOH 1N); para argila natural, usou-se como agente dispersante água destilada;
- Classificação textural - obtida pelo triângulo textural, baseado nas percentagens de areia, silte e argila, U.S.D.A (Lemos & Santos,1996);
- Grau de floculação (GF)- determinada pela fórmula:

$$GF = \frac{\text{Argila total} - \text{Argila natural}}{\text{Argila total}} \times 100$$

- Densidade de partícula – método do balão volumétrico, com emprego de álcool etílico;
- Densidade global do solo – determinada em terra fina, segundo o método da proveta;
- Umidade a 1/3 de atmosfera – determinada em amostra pré – saturada sobre placa de cerâmica, sob pressão de 1/3 de atmosfera, em “panela de pressão”;
- Umidade a 15 atmosferas – determinada em amostra pré-saturada sobre placa de cerâmica, sob pressão de 15 atmosferas, utilizando-se o extrator de Richards;
- Água útil: obtida pela diferença entre umidade a 1/3 atm e 15 atm;
- pH em água – determinado potenciometricamente através do eletrodo de vidro, numa suspensão sólido-líquido, na relação 1:2,5;
- Condutividade elétrica – determinada no extrato de saturação;
- Potássio – extraído com HCl (0,05 N) + H_2SO_4 (0,025 N) e dosado por fotometria de chama;

- Cálcio e magnésio trocáveis – extraídos com acetato de amônio normal, pH 7,0 e titulados com EDTA;
- Potássio e sódio trocáveis – extraídos pelo acetato de amônia normal, pH 7,0, dosado por fotometria de chama;
- Hidrogênio e alumínio trocáveis – extraídos pelo acetato de cálcio normal, pH 7,0 e titulado com hidróxido de sódio 0,1 N, usando-se a fenoltaleína como indicador;
- Valor S (Bases trocáveis) – obtida pela soma de Ca^{+2}, Mg^{+2}, K^{+} e Na^{+} trocáveis;
- Valor V (Saturação de bases) – calculado pela fórmula (100*(S/T));
- Valor T (Capacidade de troca de cátions) – obtido pela soma de S, H^{+} e Al^{+3} trocáveis;
- Percentagem de saturação com sódio (PST): Obtida pela fórmula

  *PST = (Sódio/CTC)*100;*
- Carbono orgânico – determinado por oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássico e titulado o excesso de oxidante com solução de sulfato ferroso amoniacal;
- Nitrogênio total – (Kjedahl) – digestão com mistura ácida, destilação e titulação do NH3 com HCl 0,01 N;
- Percentagem de saturação com alumínio – calculada pela fórmula $(100.Al^{+3})/(Al^{+3}+S)$;
- Matéria orgânica – determinada mutiplicando-se o resultado do carbono orgânico por 1,724, fator utilizado em virtude de se admitir que na composição média do húmus o carbono participa com 58%;
- Fósforo disponível – extraído com uma solução de HCl 0,05 N e em H_2SO_4 0,025 N e obtido por calorimetria;

Os resultados das análises físicas e químicas encontram-se no Anexo 1.

3.5. Estimativa da Erosividade

O valor da erosividade da chuva é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva, esperada em dado local, de causar erosão em uma área sem proteção (Bertoni & Lombardi Neto, 1985).

Para o cálculo da erosividade (R) na microbacia do Cangati foram utilizados dados de precipitação, fornecidos pela FUNCEME, do posto pluviométrico localizado no município de Canindé, referentes aos anos de 1974 – 2003, abrangendo 29 anos.

Adotou-se uma modificação da equação original de Wischmeier & Smith, 1965 adaptada por Araújo *et al.* (2003), para as condições locais do semi-árido expresso por:

R = 67,355 (Elm)0,85

Onde: EIm = índice de erosão médio mensal (mm); calculado pela formula:

EIm = p^2/P

p = precipitação média mensal (mm);

P = precipitação média anual (mm).

Os índices obtidos foram hierarquizados conforme QUADRO 3.1 (Carvalho, 1994).

QUADRO 3.1 - Classes de erosividade da chuva média anual.

Classes de erosividade	Valores de R (tm.mm/ha.h.ano)
1 – Muito fraca	R<250
2– Moderada	250<R<500
3- Moderada a fraca	500<R<750
4- Forte	750<R<1000
5- Muito forte	R>1000

Fonte: Adaptado de Carvalho, 1994.













PRANCHA I

Foto 1 - Local selecionado no riacho Bananeiras para construção de um dos micro-barramentos.

Foto 2 - Material de construção constituido de pedras soltas localizados no leito e margem do riacho.

Foto 3 - Utilização da mão-de-obra local na construção dos micro-barramentos.

Foto 4 - Visualização do processo de sedimentação pelo transporte de matéria orgânica.

Foto 5 - Instalação da régua a montante do micro-barramento para medir o volume de sedimentos.

Foto 6 - Vista do microbarramento concluído com visão do acúmulo de água e o resurgimento da vegetação herbacia espontanea.









PRANCHA II

Foto 1 - Ensaio de densidade "in situ", utilizando o frasco de areia com densidade conhecida.

Foto 2 - Pesagem do frasco após preenchimento da cavidade no solo.

Foto 3 e 4 - Aferição das áreas e volumes dos sedimentos acumulados nos micro-barramentos BA02 e Ba03.

4. CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL

4.1. Caracterização Ambiental

A região em estudo está localizada na microrregião definida como Sertão de Canindé, onde as características morfológicas, os constituintes geológicos, as condições climáticas e a cobertura vegetal, definem um geosistema complexo, com processos morfogenéticos regendo as transformações e a evolução natural da paisagem.

A predominância do intemperismo físico, o transporte sedimentar relacionado com o escoamento superficial, os depósitos sedimentares aluviais e coluviais derivados, a presença de rochas do embasamento cristalino com um estreito manto de material inconsolidado, possibilita a formação de solos que necessitam de implementos e técnicas especiais para elevar a produção agropecuária da região.

4.1.1. Contexto Geológico

Os trabalhos publicados relativos aos terrenos cristalinos nos domínios de Canindé são todos em escala regional, sendo que as unidades definidas estão inseridas num contexto geológico amplo, definido pelo embasamento cristalino, formado por rochas pré-cambrianas, e por materiais inconsolidados de cobertura superficial, representados por aluviões e colúvios existentes nos canais fluviais e rampas de dissecação, respectivamente.

Regionalmente, os tipos litológicos definidos de acordo com Brito Neves (1975), e Nascimento *et al.* (1977), alternam-se em seqüências de micaxistos, quartzitos micáceos, paragnaisses, migmatitos e mármores. Ocorrem também intrusões de diques que compõem a suite magmática do Pré-Cambriano Superior (posicionamento duvidoso), encaixados predominantemente nas rochas do Complexo Itatíra. Na Bacia hidrográfica do rio Cangat*i*, os migmatitos e gnaisses do Complexo Nordestino/pré-cambriano inferior a médio, predominam e influenciam na composição básica do manto de intemperismo e na compartimentação morfológica do relevo local (MAPA GEOLÓGICO em anexo).

Segundo Nascimento *et al* (*op.cit*.), segue-se uma descrição dos componentes litológicos, utilizada para uma melhor compreensão da dinâmica dos processos relacionados com erosão, transporte e deposição de materiais.

4.1.1.1. Rochas Plutônicas de Posicionamento Duvidoso

Os corpos aqui representados podem ser definidos como olivina gabro, com aspecto maciço e de granulação média. São geralmente pequenos, subcirculares e quase sempre mostrando evidências de granitização. Foram considerados como de posicionamento duvidoso, devido à carência ou inexistência de dados, principalmente geocronológico, com base em datação K/Ar.

4.1.1.2. Complexo Nordestino / Pré Cambriano Inferior a Médio (p∈n)

Compreende os migmatitos homogêneos e heterogêneos, gnaisses variados e núcleos granitóides, além de ocorrências menores de quartzitos, xistos, mármores calcossilicáticos e mais raramente rochas metabásicas e metaultrabásicas.

O Complexo Nordestino, juntamente com outras áreas pré-cambrianas, encontra-se posicionado como substrato das seqüências supracrustais.

O padrão geocronológico obtido demonstra um envolvimento das rochas deste Complexo nos eventos do Pré-Cambriano Superior, tendo sido, entretanto o evento Transamazônico o mais atuante na formação dos migmatitos e gnaisses, segundo os valores radiométricos (Isócrona Rb/Sr).

As Fotos 1 e 2 (PRANCHA III), evidenciam o principal tipo de rocha da região. Trata-se de rocha migmatítica representante do embasamento cristalino. São rochas constituídas basicamente por feldspato alcalino, biotita e quartzo, com presença de minerais opacos e presença de granada piropo em diferentes níveis de oxidação. São comuns zonas de intensa migmatização e presença de veios feldspáticos, normalmente acompanhando o bandeamento da rocha.

4.1.1.3. Complexo Itatira / Pré-Cambriano superior (p∈it)

Inclui um conjunto de gnaisses paraderivados, com intercalações de xistos, mármores e quartzitos. Os gnaisses aparecem em uma coloração cinza-claro, granulação média, com textura gnáissica. O bandeamento é nítido e regular, onde alternam níveis mais claros quartzo-feldspáticos, com níveis mais escuros ricos em biotita.

Esta unidade metassedimentar apresenta-se sobreposta ao Complexo Nordestino. O seu grau de metamorfismo, aliado ao tipo litológico, também difere sobremaneira deste

complexo, já que nela é observado anatexia profunda com aparecimento de migmatitos homogêneos, anatexitos e núcleos graníticos. As rochas do Complexo Itatira apresentam um padrão de deformação baseado em estruturas sinformes e antiformes e dobramentos holomórficos, distintos da seqüência que lhe serve de embasamento.

Os seus contatos com o Complexo Nordestino são eminentemente gradacionais e difusos, eventualmente de natureza tectônica. Localmente podem surgir zonas de intensa granitização a litológicas basais. Porém, via de regra, o que se manifesta é uma verticalização progressiva das atitudes das camadas, em direção ao Complexo Nordestino, com o aumento da intensidade dos mergulhos e desaparecimento paulatino das estruturas acamadas e foliadas.

4.1.1.4. Coberturas Tércio-Quaternárias (Qa)

Segundo Macedo (1977) os depósitos aluviais são formados por material detrítico incluindo seixos, matacões e calhaus angulosos de rochas, comumente representados por quartzitos, migmatitos e arenitos. São comumente mal classificados, e angulosos, o que aponta para rochas de fontes nas proximidades do depósito. Junto com o material detrítico, aparecem grãos de areia e até argila impura com coloração variegada. Este material é proveniente basicamente de rochas que compõem o Complexo Nordestino e o Complexo Itatira. O transporte fluvial atua de modo a remobilizar sedimentos mal retrabalhados, angulosos e predominantemente grosseiros, apesar da existência de granulação de sedimentos silte-argilosos, associados diretamente aos terraços fluviais e a planície de inundação.

4.1.1.5. Estruturas

As principais estruturas da região estão representadas por falhamentos com direção predominante NE-SW, representando lineamentos dispostos de acordo com a direção preferencial dos esforços rupteis. Os sistemas de dobramentos, expostos tanto no Complexo Nordestino como no Complexo Itatira, mostram uma complexidade estrutural gerada em condições dúcteis entre o Pré-Cambriano Inferior e Superior. Na região de Canindé, aparece uma seqüência de dobras antiformes e sinformes, formando um padrão de dobramentos em “domo” e “bacia” , com eixo apresentando duplo caimento. Nos arredores de Canindé, a direção geral da foliação e, conseqüentemente, destas estruturas sofre uma inflexão para a direção NW-SE.

4.1.2. Geomorfologia

A análise dos aspectos geomorfológicos evidencia a atuação dinâmica dos fatores geológicos, paleoclimáticos e morfodinâmicos atuais e pretéritos que ocorreram na área, ao longo de sua evolução geoambiental. Os processos morfogenéticos predominam, pois as condições climáticas locais, associadas ao regime de escoamento superficial, ao relevo e a cobertura vegetal, representam os principais agentes desnudacionais, em detrimento dos processos químicos, associados a climas mais úmidos (FIGURA 4.1).

4.1.2.1. As Planícies e Terraços Fluviais

Estas são as formas mais características de acumulação fluvial que acompanham longitudinalmente os cursos dos rios e riachos. São áreas que abrigam melhores condições de solo e disponibilidade hídrica, constituindo-se, portanto, zonas de diferenciação geo-ambiental no contexto dos sertões semi-áridos. No âmbito da superfície sertaneja (terrenos cristalinos), os cursos d'água formam depósitos aluvionares estreitos. Esta unidade não apresenta grande representatividade espacial. Na área, são representadas pelas vazantes e várzeas, com relevo plano e suave ondulado.

4.1.2.2. Depressão Sertaneja

Corresponde a uma superfície de aplainamento, desenvolvida sobre rochas cristalinas, onde o trabalho erosivo truncou indistintamente variados tipos litológicos. a morfologia da depressão sertaneja é marcada por uma topografia plana ou levemente ondulada, nas altitudes médias em torno de 130 – 150 m. Em níveis mais elevados, superiores a 300 m, a dissecação é mais evidente, isolando interflúvios de feições convexas, formando relevos colinosos, tabuliformes ou lombadas (Souza, 1988).

A região em estudo representa um dos setores mais característicos da Depressão Sertaneja, definida como Depressão Periférica. suas características mais importantes são: a pronunciada diversificação litológica, isto devido à ocorrência de rochas cristalinas e sedimentares de diferentes origens e idade; papeis destacados de processos de intemperismo físico e da remoção dos detritos pelo escoamento difuso e concentrado; truncamento indistinto de litologias e estruturas pela erosão, com o conseqüente desenvolvimento de

superfícies pediplanadas; revestimento generalizado de caatinga, com mudanças eventuais de fisionomia e de flora em conseqüência de mudanças de clima e de solo e pequena espessura do manto de alteração das rochas (SOUZA *op. cit*).

4.1.2.3. Maciços Residuais

A monotonia das formas planas a suavemente onduladas da depressão sertaneja, vez por outra é interrompida pela forte ruptura de declive das serras e morros residuais. Esses relevos são constituídos, dominantemente, por rochas granítico-migmatícas e foram formados a partir do rebaixamento das áreas circundantes (menos resistentes – litologia gnáissica), pela erosão diferencial. Apresentam-se dissecados em feições de topos aguçados, formando as serras secas e em forma de *inselbergs*

Representados na área por um relevo com altitude variando de 500 a 800 m e atua na área como um divisor para a bacia hidrográfica Na microbacia do Cangati, o relevo se apresenta ondulado, com morros arredondados cortados por ravinas (escavações, canaletas) provocadas pelas chuvas, formando riachos intermitentes. Os topos dos morros são aplainados e as encostas têm declives que oscilam em torno dos 4%. (PRANCHA III - Foto 3 e 4).

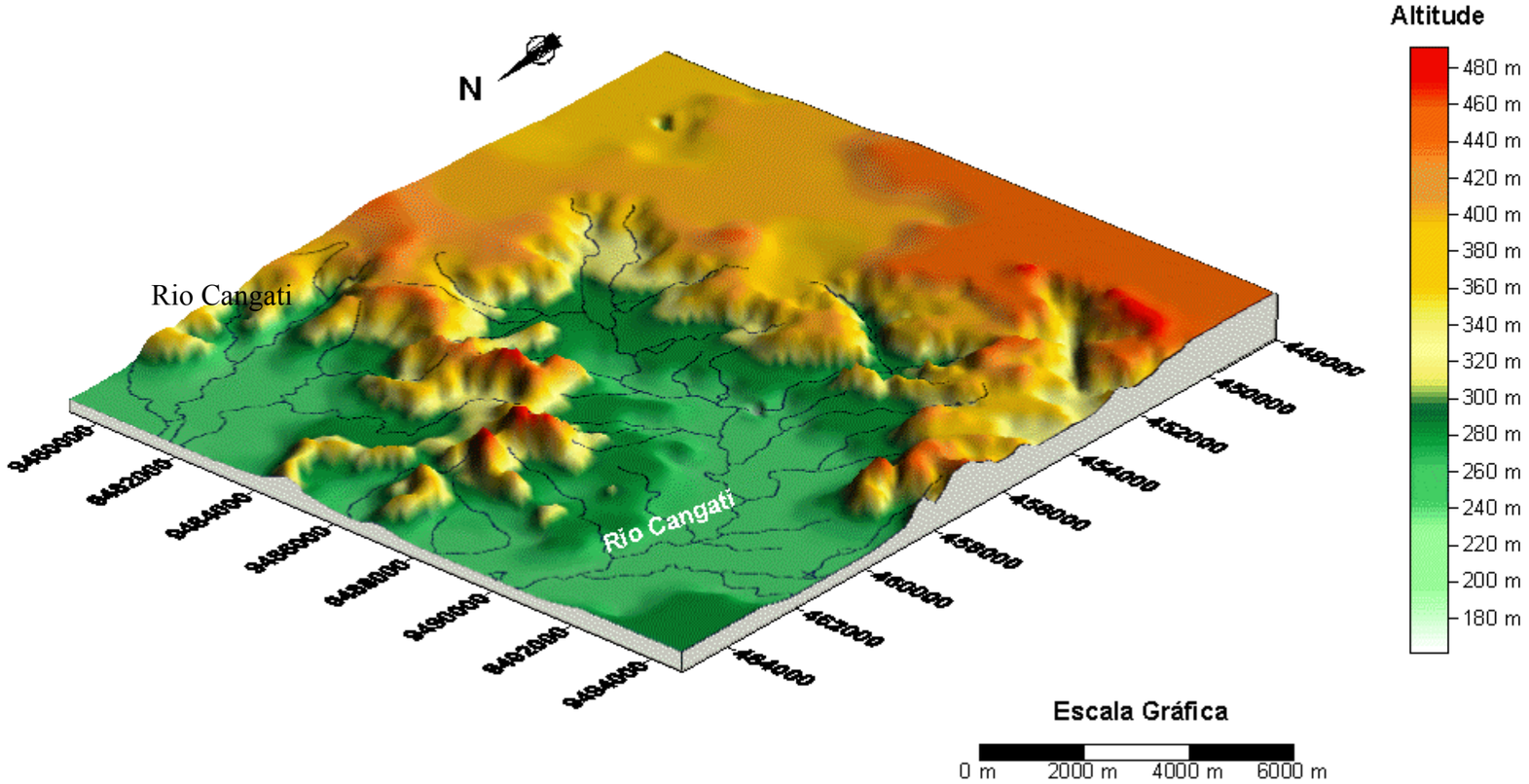


FIGURA 4.2 – Modelo Digital de Terreno da Bacia do Rio Cangati elaborado com programa *Surfer* 8.

4.1.3. Aspectos Climáticos

A maior parte dos processos naturais é influenciada pelo clima. Relevo, solo, vegetação, recursos hídricos e, principalmente, a vida humana, são ajustados às condições atmosféricas e climáticas. O Estado do Ceará apresenta aproximadamente 92% de sua área influenciada pelo clima semi-árido, com períodos prolongados de seca, em que as atividades sócio-econômicas são profundamente modificadas, através da queda da produção, êxodo rural, crescimento da miséria etc.

A região semi-árida cearense ocupa áreas correspondentes à latitude sub-equatorial, apresentando, de modo geral, as seguintes características;

- Altas temperaturas ao longo de todo o ano;
- Alta insolação durante todo o ano;
- Baixos índices pluviométricos, em geral inferiores a 800mm anuais, concentrados em curtos períodos, com acentuada irregularidade espacial e temporal;
- Altas taxas de evapotranspiração em virtude do elevado coeficiente térmico, e pequena quantidade de água disponível para o desenvolvimento das plantas;
- Pequena capacidade de retenção de água no solo, em razão da predominância de terrenos cristalinos (cerca de 92% da área do estado);
- Baixo potencial de natureza hídrica superficial e subterrânea;
- Pequena parcela de terras que reúnem condições favoráveis de clima, solos férteis e topografia favorável (terrenos sedimentares).

Estas condições climáticas desfavoráveis, aliadas à retirada da cobertura vegetal nativa, sem qualquer critério, aceleram os processos de intemperismo dos solos, contribuindo para a degradação ambiental no Estado, principalmente, nas regiões mais interioranas.

Segundo a classificação de Koppen (Brasil, 1973) a microbacia do Cangati pode se enquadrar no tipo climático BSw'h' (clima quente, semi-árido), onde a estação chuvosa se atrasa para o outono, observando-se temperatura superior a 18°C no mês mais frio.

A Classificação bioclimática de Gaussen (Galvão, 1967), fundamenta-se na determinação do período seco e índice xerotérmico, relacionando o ritmo das temperaturas e precipitações durante o ano e considerando os estados favoráveis e desfavoráveis à vegetação. A curta duração da estação chuvosa é conseqüência das penetrações da Massa Equatorial Continental (Emc) e das descidas da Frente Intertropical (FIT).

No Nordeste brasileiro a circulação atmosférica gira em torno de quatro sistemas meterológicos: dos Alisios de SE, da Convergência Intertropical (CIT), do Equatorial Amazônico (EC) e da Frente Polar Atlântica (FPA). Estando o município de Canindé localizado na porção central do Ceará, as primeiras precipitações ocorrem no período de dezembro a fevereiro (inicio do verão) – a exemplo do que ocorre no restante do Estado.

O sistema da Convergência Intertropical (CIT) atua nessa região com menor intensidade do que verificada no litoral e nas serras, onde é influenciado respectivamente, pelos alísios e pelo relevo. Na zona correspondente à Depressão Sertaneja (sertão), a influência deve-se ao maior aquecimento do continente em relação ao oceano, o que causa o encurtamento da faixa dos *doldruns* para essa área.

A irradiação solar é alta, girando em torno de 2.640h/ano. Por sua localização próxima a linha do Equador, a incidência de raios solares é praticamente uniforme durante o ano.

A temperatura média é de cerca de 27°C, com máxima próxima de 34°C e mínima em torno de 22ºC. As precipitações anuais giram em torno dos 756,1mm. O trimestre mais seco vai de agosto a outubro e, o mais úmido, de fevereiro a abril, podendo se prolongar até maio.

O histórico geral das precipitações na bacia hidrográfica, desde o ano de 1974 a junho de 2003, pode ser visto no QUADRO 4.1, evidenciando as precipitações acumuladas anuais. Estes valores foram utilizados para calculo de fator "R" de erosividade da chuva, constante no Capitulo 5.

O balanço hídrico consiste do confronto entre as necessidades das plantas e quantidade de chuvas que ocorre numa determinada região. Em outras palavras, representa a contabilidade da entrada e saída de água no solo.

Para a caracterização do balanço hídrico de Canindé (QUADRO 4.2), levando-se em conta que este município não possui estação meteorológica, e sim postos pluvioméricos, tomou-se por base os valores reais de temperatura e precipitação, estimando-se os demais parâmetros.(Varejão-Silva, 1990).

QUADRO 4.1. - Precipitação Total (em mm)/ Período: 1974-2003 / Posto: Canindé

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1974	139,5	208,2	329,8	309,8	230,2	28,8	2,6	0	5	1,6	4,2	8,6	1268,3
1975	72,4	110	189,6	176	153,6	39,2	107,8	0	0	5,6	1,2	21	876,4
1976	19,6	185,6	156,2	44,8	38,6	0	0	1,6	0	1,8	0	7,8	456
1977	120,8	75,2	153,5	137,4	69,2	74,4	46,8	0	0	0	0	0	677,3
1978	10,1	154,7	173	180	109,8	13,8	6,6	0	0	0	38	36,5	722,5
1979	63,5	59,6	51,4	58,6	0	0	0	0	0	0	13	12,2	258,3
1980	38	208,7	116,6	74,2	34,5	24,2	0	0	0	0	0	0	496,2
1981	20,9	19,6	311,6	61,3	48,1	0	0	0	0	0	0	43,3	504,8
1982	9	68,6	192,2	131	53,4	38,3	3,8	3	1,2	0	0	0	500,5
1983	2,8	94,5	96,1	81	15,7	0	0	0	0	0	0	0	290,1
1984	21,8	92,5	150	159,3	189,7	29,8	23,7	5,1	4,4	2,8	5,2	0	684,3
1985	217,2	315,6	446,1	450,9	116,7	91,5	34,4	0	1,5	0	0	3,9	1677,8
1987	3,4	30,9	278,2	79,4	25,1	141,2	2,6	0	0	0	0	0	560,8
1988	35,6	144,7	284,6	282,4	102,2	48,2	17	0	12	2,6	1,6	44,9	975,8
1989	102,4	9,7	187,9	236,9	173,2	84,8	43,7	0	0	0	0	149,4	988
1990	0	46,3	27,8	47,4	69,7	2,6	3,8	21,2	0	3	0	0	221,8
1991	74	104,8	155,5	81,5	73	13,9	0	0	0	6,5	0	0	509,2
1992	67,2	125	119,8	55,7	0	12,2	6	0	0	0	0	0	385,9
1993	9,8	8,4	40	45,5	69,3	7	10,5	0	0	0	0	0	190,5
1994	176,7	115,8	133,4	141,6	40,1	133,3	34,3	0	0	0	0	51,2	826,4
1995	30,5	107,2	200,8	218,2	60	10,2	23,7	0	0	0	0	0	650,6
1996	114,2	109,6	401,7	286,4	48,2	2,2	0	21,6	0	5,4	5,6	0	994,9
1997	73,7	26,8	121,2	80,4	0	0	0	0	0	0	0	32,8	334,9
1998	122,7	37,2	61	13	2,2	0	0	0	0	0	0	0	236,1
1999	8,8	32	152,9	28,4	67,2	17,2	0	0	0	0	18,5	45	370
2000	124,4	120,9	122,3	154,5	38,5	56	45,5	59,2	0	0	0	9,2	730,5
2001	23,9	6,4	113,5	220,2	5	0	0	0	0	0	0	0	369
2002	224,1	19,6	91,5	153,6	70,8	13,2	15,6	0	0	0	0	0	588,4
2003	36,8	119,4	276	132,1	86,8	0	0	0	0	0	0	0	651,1

FONTE: Relatório de Pluviometria por faixa de anos - Estado do Ceara /FUNCEME –2003

QUADRO 4.2. - Balanço Hídrico de Canindé, segundo Thornthwaite e Mather (1955)

Local: Canindé
Lat: 4° 21' S Long:39° 18' W
Capacidade de armazenamento do solo: 125mm.

MÊS	T °C	P mm	Eto mm	P-Eto mm	ARM Mm	ALT mm	ER mm	EXC mm	DEF mm
Jan.	27,6	83,3	153	-70	0	0	83	0	70
Fev.	27,0	146,8	131	16	16	16	131	0	0
Mar	26,5	185,6	137	49	64	49	137	0	0
Abr.	26,3	169,7	129	41	105	41	129	0	0
Mai.	26,2	89,0	130	-41	77	-28	117	0	13
Jun.	26,1	42,5	123	-81	40	-37	80	0	44
Jul.	26,3	13,4	131	-118	16	-24	37	0	94
Ago.	26,8	5,6	142	-136	5	-11	17	0	125
Set.	27,2	0,3	142	-142	2	-3	3	0	139
Out.	27,5	0,6	151	-150	1	-1	2	0	149
Nov.	27,6	3,4	148	-145	0	-1	4	0	144
Dez	27,8	15,9	156	-140	0	0	16	0	140
ANO	26,9	756,1	1673	-917	326	0	756	0	917

Fonte: FUNCEME – 1996

LEGENDA DOS SÍMBOLOS:
T – temperatura °C;
P – precipitação mm;
Eto – evapotranspiração de referência;
ARM – armazenamento de água pelo solo;
ALT – variação do armazenamento;
ER – estimativa da evapotranspiração real;
EXC – excedente hídrico;
DEF – deficiência hídrica.

Os resultados indicam que o clima é do tipo Dr, semi-árido, sem excedente hídrico, apresentando, Índice de Aridez de 54,81, Índice de Umidade igual a zero e Índice Hídrico de –54,81. A diferença P-Eto é positiva, isto é, durante 9 meses do ano há déficit hídrico.

O que se pode constatar no Semi-Árido, é que o regime pluviométrico tem sua especificidade e que deve ser assimilado por toda população, tendo em vista o melhor aproveitamento e manejo deste recurso

4.1.4. Solos

O conhecimento dos solos constitui uma das principais bases nos trabalhos de planejamento territorial.

A heterogeneidade de características ambientais a que o Ceará está submetido proporciona extensa variação de solos.

Analisando o contexto pedológico da bacia hidrográfica em estudo, observa-se o predomínio de ambientes típicos de depressão sertaneja, caracterizados por uma associação de solos bastante diversificados (PRANCHA III - FOTO 05), normalmente rasos ou medianamente profundos, com incidência de afloramentos rochosos e pavimentos detríticos. Por suas características físicas pouco favoráveis, apresenta restrições acentuadas quando à mecanização, pouca profundidade efetiva, baixa capacidade de retenção d'água, risco de inundação e salinização, além da deficiência hídrica em razão do clima semi-árido dominante (MAPA DE SOLOS em anexo).

O plantio morro abaixo é uma prática corrente na agricultura cearense e, um dos principais fatores na degradação dos solos. Anexam-se a esta, outras práticas corriqueiras como brocas, queimadas, destocamentos, desmatamentos para abertura de áreas de plantio e/ou para aproveitamento da madeira nas mais diversas finalidades (construção de moradias e prédios, lenha, cercas, currais, etc.) que também comprometem sobremaneira a sustentabilidade do ecossistema das microbacias e da caatinga.

A derrubada ou inexistência da mata ciliar ao longo dos cursos d'água da microbacia, prejudica o solo carreando matéria orgânica e nutrientes minerais, afeta a qualidade da água, como também induz o assoreamento das calhas desses cursos e as bacias hidráulicas dos reservatórios, diminuindo-lhes a capacidade de acumulação d'água.

A descrição e os critérios utilizados neste estudo, conceituação das classes de solos e respectivas fases, estão de acordo com as normas adotadas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos da EMBRAPA (1988b), BRASIL (1973), e também com Lemos & Santos (1996) e seguem, relativamente, os critérios expostos no Soil Survey Manual (ESTADOS UNIDOS, 1951) e Soil Taxonomy (ESTADOS UNIDOS 1975). É importante ressaltar, a nova classificação dos solos brasileiros, produzida pela EMBRAPA (1999), através da publicação "Sistema Brasileiro de Classificação de Solos" sob a organização de Santos & Gomes.

4.1.4.1. Solo Podzólico Vermelho- Amarelo Eutrófico

Compreendem solos com B textural, não hidromórficos, baixa saturação com alumínio, ácidos, com quantidade significativa de minerais primários facilmente decomponíveis, os quais constituem fontes de nutrientes para as plantas. Apresentam média a alta fertilidade natural (Jacomine *et al.*, 1973).

Segundo os mesmos autores, apresentam perfis bem diferenciados, textura normalmente arenosa ou média no horizonte A e argilosa ou média no B, freqüentemente cascalhenta. Figuram ainda mudança textural abrupta do A para B. São normalmente solos bem drenados, com exceção dos solos rasos, que apresentam drenagem moderada/imperfeita. São de moderadamente ácidos a ácidos, raramente neutros, ou mesmos ligeiramente alcalinos. Nas frações de areia e cascalho destes solos, observa-se a dominância de quartzo (que decresce seus teores em profundidade), além da presença de feldspato potássico e sódico, às vezes com aderência ferruginosa, atingindo percentuais de até 40 %, bem como teores elevados de biotita e muscovita, nos horizontes Bt e C.

De modo geral esses solos possuem de médio a alto potencial agrícola, dependendo da disponibilidade hídrica e das condições de relevo.

Dentro desta unidade ocorrem as variações cascalhamento, abrúptico, plintico e fase pedregosa.

O controle da erosão deve ser intensivo, com práticas conservacionistas adequadas, com o fim de manter sua capacidade produtiva. Nos locais onde ocorre pedregosidade, pose-se utilizar as pedras na confecção de cordões de contorno.

É recomendado o uso de implementos agrícolas muito leves, de preferência a tração animal, sendo conveniente à adoção do sistema de plantio direto.

N a área da bacia do Rio Cangati, estes solos apresentam argila de atividade alta, ou seja, capacidade de troca de cátions após correção para carbono acima de 24 cmolc/Kg de argila. Caráter Eutrófico (valor V maior que 50%) e são solos pouco profundos.

O solo Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico ocupa 22,17% da bacia estudada, situando-se em manchas localizadas no centro bacia.

De acordo com sua ocorrência na bacia do *Cangati*, esta classe de solo foi agrupada, segundo Braga *et al.*, (2001), nas seguintes associações: PE1. PE2 .

4.1.4.2. Solo Bruno Não Cálcico

São solos minerais não hidromórficos, com argila de atividade alta, saturação e soma de bases altas, reação moderadamente ácida e praticamente neutra, ou mesmo moderadamente alcalina, de alta fertilidade natural e possuindo, em sua composição, mineralógica, elevados teores de minerais primários, facilmente decomponíveis, os quais constituem fonte de nutrientes para as plantas.

São solos rasos ou pouco profundos, com seqüência de horizontes At Bt e C. Os horizontes A e Bt apresentam espessuras variando normalmente entre 30 e 90cm, com textura arenosa ou média no horizonte a e média ou argilosa no horizonte Bt. Ocorrem mudanças texturais abrupta do A para o Bt e freqüentemente apresentando descontinuidade quanto à natureza do seu material originário, entre os horizontes superficiais e subsuperficiais.

Ocupam extensas áreas de relevo plano a suavemente ondulado, nos domínios da depressão sertaneja, onde predominam rochas gnaissico-migmatiticas. Apresentam fortes limitações ao uso agrícola pela falta d'água, além da freqüente pedregosidade superficial natural. Geralmente, estes solos são amplamente aproveitados com pecuária, que é realizada de modo extensivo em meio à vegetação natural de caatinga. A erosão laminar atua de forma bastante severa, com a formação de sulcos, necessitando controle intensivo. A irrigação deves ser direcionada às áreas pouco erodidas, com pequena declividade e procurando-se remover a pedregosidade superficial.

Esta classe de solo está situada ao centro da bacia constituindo o segundo componente da unidade de mapeamento PE1 de acordo com Braga *et al.*, (2001), equivalendo a 2,71% da área.

4.1.4.3. Solos Aluviais Eutrófico

Compreende solos minerais pouco desenvolvidos, provenientes de deposições fluviais recentes, predominantemente não hidromórficos, apresentando apenas um horizonte A, superficial diferenciado, seguido de uma sucessão de camadas estratificadas, as quais, geralmente, não guardam relação pedogenética entre si (Jacomine *et al.*, 1973).

Segundo os autores supracitados, são solos que variam de moderadamente profundos a muito profundos, de textura as mais diversas, drenagem comumente imperfeita ou moderada, apresentando, em geral grande potencialidade agrícola.

As características destes solos variam principalmente em função da natureza do material originário, proveniente, de deposições recentes.

Devido à posição que ocupam, o risco de inundação constitui a principal limitação destes solos, além da prolongada estação seca que se verifica nos locais onde ocorrem. Todavia, vista das qualidades que apresentam, tais como sua alta fertilidade natural e profundidade, entre outra, podem os mesmos ser cultivados, aproveitando-se o período de chuvas, com as mais diversas culturas de ciclo curto, tais como algodão herbáceo, feijão, milho, além de culturas de ciclo longo, como fruteiras e cana de açúcar.

Podem, ainda, serem usados com diferentes pastagens para alimentação de gado vacum, bem como, ovinos e caprinos. Recomenda-se também o cultivo de arroz nas áreas que apresentam textura mais argilosa.

No caso de serem irrigados, cuidados especiais devem ser observados quanto ao risco de salinização, bem como referentes à drenagem.

Segundo Braga *et al.* (2001), são classificados com a simbologia Ae e encontram-se situados ao longo dos rios da bacia do Cangati, perfazendo um total de 3,51% da área.

4.1.4.4. Solos Litólicos Eutróficos

De acordo com Jacomine *et al.* (1973), são solos pouco desenvolvidos, de rasos a muito rasos, possuindo apenas um horizonte A, ocorrente diretamente sobre a rocha ou sobre materiais desta rocha em grau mais adiantado de “intemperização", constituindo-se um horizonte C com muitos materiais primários e blocos de rocha semi-intemperizadas de vários tamanhos, sobre a rocha subjacente coerente e dura. São, portanto, solos com seqüência de horizontes A-C-R ou A – R.

Estes solos podem ser eutróficos ou distróficos, quase sempre apresentando bastante pedregosidade e rochosidade na superfície. O horizonte A apresenta-se comumente fraco ou moderado, com espessuras variando entre 15cm a 40cm e tonalidades diversas. Possuem drenagem variando de moderada a acentuada e são, comumente, bastante susceptíveis à erosão em decorrência de sua reduzida espessura.

O material originário é em grande parte representado por saprolito de ganisses, migmatitos e de granitos, ocorrendo também solos derivados de quartzitos, arenito, filito e xistos. O relevo varia de plano a montanhoso, com vegetação de transição mata/caatinga e mata seca.

As limitações ao uso destes solos dizem respeito a sua pouca profundidade, além das conseqüências decorrentes da declividade e relevo das áreas onde se encontram.

A pouca utilização agrícola destes solos decorre das limitações fortes a muito fortes pela deficiência d'água, pedregosidade, rochosidade e pequena profundidade. Somente praticáveis com a utilização de sistemas agrícolas primitivos, com uso de implementos manuais. A pecuária pode ser praticada em algumas áreas destes solos, devendo-se apenas escolher trechos de relevo plano, suave ondulado, ou mesmo ondulado, onde as declividades não sejam acentuadas, bem como áreas com menor pedregosidade e rochosidade. Ás áreas mais acidentadas devem ser destinadas à preservação da fauna e flora regionais.

Na área em estudo, tais solos apresentam-se com caráter eutrófico, horizonte A fraco ou moderado e textura arenosa ou média, em relevo montanhoso, forte ondulado e ondulado.

Segundo Braga *et al.* (2001), na bacia hidrográfica do rio Cangati, foram feitas as seguintes associações de solos Litólicos Eutróficos: Re1, Re2.

Esta classe de solo está situada ao sul, sudeste e sudoeste da bacia, como também associado ao PE2, equivalendo a 71,30% da área.

4.1.4.5. Correlação entre as Classes de Solos no Sistema de Classificação Utilizado e o Atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

O QUADRO assinala as relações entre a nomenclatura empregada na identificação das classes de solos constante neste estudo e a utilizada pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

QUADRO 4.3. - Relações entre as Classes de Solos e Respectivas Fases.

SISTEMA UTILIZADO	SBCS
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO Ta EUTROFICO pouco profundo, horizonte A moderado, textura arenosa/medi, fase caatinga hiperxerófila, relevo ondulado	LUVISSOLO CRÔMICO Ta Ortico típico, horizonte A modera, textura arenosa/média, fase caatinga hiperxerófila, relevo ondulado.
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO Ta EUTROFICO pouco profundo abrúptico, horizonte A moderado, textura arenosa/média, fase caatinga hiperxerófila, relevo ondulado.	LUVISSOLO CRÔMICO Ta Ortico típico abrúptico, horizonte A moderado, textura arenosa/média, fase caatinga hiperxerófila,a relevo ondulado.
BRUNO NÃO CÁLCICO horizonte A moderado, textura arenosa/argilosa, fase caatinga hiperxerófila, relevo suave ondulado.	LUVISSOLO CRÔMICO Ortico típico abrúptico, horizonte A moderado, textura arenosa/argilosa, fase caatinga hiperxerófila, relevo ondulado.
SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS horizonte A moderado, textura indiscriminada, fase caatinga hiperxerófila, relevo suave ondulado	NEOSSOLOS FLÚVICOS Ta Eutróficos típicos, horizonte A moderada, textura indiscriminada, fase caatinga hiperxerófila, relevo suave ondulado.
SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS horizonte A fraco e moderado, textura média, fase caatinga hiperxerófila, relevo forte ondulado e montanhoso, substrato gnaisse e granito.	NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos típicos horizonte A fraco e moderado, textura média, fase caatinga hiperxerófila, relevo forte ondulado e montanhoso, substrato gnaisse e granito.
SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS horizonte A fraco, textura média, fase caatinga hiperxerófila, relevo ondulado e montanhoso, substrato gnaisse e granito.	NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos típicos horizonte A fraco, textura média, fase caatinga hiperxerófila, relevo ondulado, substrato gnaisse e granito.

4.1.5. Vegetação

O Estado do Ceará apresenta diversos tipos vegetacionais, sendo que entre estes predomina a caatinga. Isto se deve ao regime de semi-aridez, às condições de solos pedregosos, à deficiência hídrica e por grande parte do estado encontrar-se em níveis altimétricos abaixo de 500 m.

A variações destes fatores, climático, edáfico e geomorfológico, exercem grande importância nos padrões fisionômicos e de distribuição da flora.

O Frutíceto estacional Caducifólio Xeromórfico (Caatinga Arbustiva) recobre grande parte do território semi-árido estadual, representado por espécies vegetais caducifólias, com adaptações morfológicas e fisiológicas ajustadas ao ambiente seco.

Segundo a descrição de Duque (1980), a caatinga é um conjunto de árvores e/ou arbustos de fisionomia densa ou aberta, em geral de porte e esgalhamentos baixos, com diversa variação florística, apresentando na caducidade e no pequeno tamanho das folhas, características estas que, juntamente com outras formas adaptativas como órgãos de reserva permite-lhe desenvolver-se em ambientes com condições semi-áridas.

A cobertura vegetal dominante na bacia do Cangati é a Caatinga Baixa (Fernandes 2001) que corresponde a uma vegetação Xerófita onde predominam espécies com fisionomia e fisiologia arbustiva de porte entre 2 e 4 metros de altura. Dado o antropísmo existente, a paisagem original encontra-se bastante alterada com perda de grande de seus componentes florísticos originais (PRANCHA III - Foto 06).

A ação antrópica para exploração agrícola e pecuária transformou grande parte da vegetação, notando-se, no entanto, a existência de áreas originais remanescentes, principalmente nas partes mais elevadas e de maior declividade, em determinados casos, já anteriormente utilizados, ora em pousio, tendo muitas vezes recuperado seu aspecto original.

As principais espécies verificadas na área são: marmeleiro (Cróton sonderianus), jurema preta *(Mimosa hostilis*), aroeira (*Astronium urundeuva*), pereiro (*Aspidesperma pirifolium*), pau branco (*Auxema onconcalyx*), umburuna de espinheiro (*Bursera leptophlocos*), angico (Anadenanthera macroarpa), jurema preta *(Mimosa hostilis*), mofumbo (*Cobretum leprosum*), oiticica *(Licania rígida*), carnaúba *(Copernicia prunifera*), pereiro (*Aspidosperma pirifolium*) pitiá (*Aspidosperma ulei*), mororó (*Bauhínia forficata),* catingueira *(Caesalpinia piramidalis*), canafístula *(Cássia ferruginea*), juazeiro *(Ziziphus joazeiro*).

4.1.6. Recursos Hídricos

O estudo da rede hidrográfica de uma determinada região permite a identificação da ocorrência e disponibilidade de seus recursos hídricos, além de diagnosticar o estado de degradação das áreas adjacentes em função da produção, transporte e deposição de sedimentos (processos hidrossedimentológicos) nas calhas fluviais e faixas intermediárias (encostas e interflúvios tabulares).

Segundo Souza (1989, *apud* Torquato *et al.*, 1989), as chuvas caem em breves pancadas com aguaceiros torrenciais ampliando a sua eficiência erosiva e escoam segundo o caimento difuso, que passa a representar o principal agente de transporte das alterações oriundas da desagregação física das rochas. A continuidade do processo, conduz à concentração do escoamento laminar e em decorrência da competência dos processos, o transporte e a deposição dos materiais passam a ser seletivos, o material mais grosseiro permanece para montante dos pedimentos, constituindo os chãos pedregosos. Os pedimentos de menor calibre, vão sendo transportados para jusante, na direção dos fundos de vales ou das pequenas depressões que constituem as áreas de acumulação inundáveis.

O arranjo da rede de drenagem é função do conjunto de variáveis físicas (substrato rochoso, relevo, clima e solos), biológicas (cobertura vegetal) e não menos importantes – socioeconômicas, através dos diversos graus de intervenção do homem sobre a área.

A ordenação dos cursos d'água, de Horton (1945 *apud* Cristofoletti 1980), relata que os rios de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários; os de segunda ordem apenas recebem tributários de primeira ordem; os de terceira ordem podem receber um ou mais tributários de segunda ordem, podendo receber também da primeira ordem; os de quarta ordem recebem tributários de terceira e, também os de ordem inferior, assim sucessivamente. O rio principal, entretanto, é consignado pelo mesmo número de ordem desde sua nascente.

Os mananciais hídricos superficiais do Estado são constituídos por parte das bacias hidrográficas dos Rios Acaraú, Curu, Pacoti, Choró, Pirangi e Jaguaribe. Sendo o município de Canindé compreendido pelas bacias do Curu 78,4%, Metropolitana 19,2%, Acaraú 2,16%, Banabuiú 0,23%.

A microbacia do Cangati possui uma área 75 Km², compreende as margens direita e esquerda da nascente do rio Cangati; sendo este classificado da 2ª ordem na hierarquia hidrográfica do rio Choró, componente da Bacia Metropolitana (MAPA HIDROGRÁFICO em anexo).

O rio Cangat*i* tem como divisores d'água de sua nascente, a Serra da Pintada e Serrinha próximo a localidade de Cachoeira no município de Canindé à margem da BR-020.

O sistema hidrográfico está constituído por pequenos riachos e córregos temporários e dependentes do regime pluviométrico.

Destacam-se como principais tributários do Rio Cangati pela sua margem esquerda, os riachos Imburana, Carneiro, Compasso, Felão Camuru e Arapuá e pela margem esquerda, os riachos do Boqueirão, Macacos, Maiba, Boi Pombo, das Minas, Salgadinho e Preá.

A derrubada ou inexistência da mata ciliar ao longo dos cursos d'água da microbacia, prejudica o solo carreando matéria orgânica e nutrientes minerais, afeta a qualidade da água, como também induz o assoreamento das calhas desses cursos e as bacias hidráulicas dos reservatórios, diminuindo-lhes a capacidade de acumulação d'água.

Em função da presença de um substrato litológico cristalino o padrão de drenagem é dedrítica, superconcentrada, possuindo ainda a área um fraco potencial de acúmulo hídrico subterrâneo. Os aqüíferos são quantitativamente reduzidos em função da litológia cristalina e sobre o embasamento, uma pequena espessura do material permeável, o que reduz a infiltração hídrica (principalmente pela inexistência de bacias sedimentares) e conseqüentemente a acumulação das águas no substrato.













PRANCHA III

Foto 1 - Rocha migmatítica representante do embasamento cristalino, localmente definido como Complexo Nordestino.

Foto 2 - Dobras pitigmáticas, mostrando o elevado grau de complexidade da área.

Foto 3 e 4 - Cordões de pedra e o aspecto morfológico mostrando ao fundo as vertentes da serra Talhada divisor da micro-bacia.

Foto 5 - Solos bastante diversificados, normalmente rasos ou mediamente profundos, com incidência de afloramentos rochosos.

Foto 6 - Ressurgimento da caatinga arbustiva as margens do riacho barrado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Atributos Físicos e Químicos dos Sedimentos Acumulados nos Micro-barramento na Área do Riacho Bananeiras

5.1.1. Atributos Físicos

As análises granulométricas dos sedimentos acumulados nos períodos úmido 1, úmido 2 e seco, mostraram que a fração predominante foi a areia, principalmente a areia grossa com percentagem superior a 50% (FIGURA 5.1).

As classes texturais variaram de areia, areia franca a franco-arenosa (TABELA 5.1). A predominância da fração areia nos sedimentos é explicada pela proximidade entre a zona de deposição (micro-barramentos) e a área fonte (cabeceiras e encostas). Após a erosão e o transporte, as partículas maiores são as primeiras a se depositarem, enquanto as partículas menores (silte e argila) permanecem em suspensão depositando-se quando reduz a energia do agente transportador, assim que as águas entram em repouso.

Os materiais acumulados nos micro-barramentos, em sua totalidade são representados por camadas estratificadas de sedimentos detríticos intercaladas com sedimentos pelítos ricos em matéria orgânica.

Em relação à densidade de partículas as camadas apresentaram valores que variaram de 2,51 a 2,7 com média de 2,6 g/cm³. Valores muito próximos aos observados na maioria dos solos, 2,65 g/cm³ (TABELA 5.2). Este fato é ser atribuído a predominância de partículas de quartzo (d=2,65 g/cm³) biotita (3,0 g/cm³) e feldspato (2,69 g/cm³) nas camadas detríticas.

No micro-barramento BA03 as camadas A,B,C,E e G analisadas em lupa binocular, apresentaram composição mineralógica semelhante constituída, principalmente, de quartzo, biotita e feldspato. A camada D apesar de detrítica apresenta níveis significativos de matéria orgânica. As demais camadas F e H são constituídas de sedimentos arenosos e argilosos com grande quantidade de matéria orgânica com média de 35,22 g/Kg.

Em geral o quartzo ocorre em grãos angulosos a sub-angulosos, de tamanhos variados, com baixo grau de esfericidade, o que indica a imaturidade dos sedimentos ou a proximidade da área fonte. Os cristais, nem sempre, são límpidos e incolores apresentando com freqüência inclusões de turmalina e cobertura ferruginosa na superfície. Além de grãos

individuais de quartzo, ocorrem, ainda, nas camadas detríticas grãos mistos constituídos de quartzo, feldspato, microclina e mais raramente biotita, resultantes da decomposição das rochas gnáissicas do embasamento.

TABELA 5.1. - Atributos Físicos dos Sedimentos Acumulados nos Períodos Seco e Úmidos 1 e 2.

Período	ÚMIDO 1								MV	SECO								MV	ÚMIDO 2								MV
Camadas / Atributos Físicos	A	B	C	D	E	F	G	H		A	B	C	D	E	F	G	H		A	B	C	D	E	F	G	H	
Areia Grossa (g/kg)	860	650	260	840	140	-	-	-	550	930	510	780	-	920	360	910	350	680	570	650	880	-	830	-	-	-	732,5
Areia Fina (g/kg)	80	200	420	110	520	-	-	-	266	30	280	160	-	50	350	60	320	178,57	230	180	70	-	110	-	-	-	147,5
Silte (g/kg)	40	100	220	30	220	-	-	-	122	20	140	40	-	10	210	10	230	94,29	150	130	30	-	40	-	-	-	87,5
Argila (g/kg)	20	50	100	20	120	-	-	-	62	20	70	20	-	20	80	20	100	47,14	50	40	20	-	20	-	-	-	32,5
Argila Natural (g/kg)	10	20	30	10	60	-	-	-	26	10	20	10	-	10	20	10	20	14,29	10	10	10	-	10	-	-	-	10
Class. Textural	A	FA	FA	A	FA	-	-	-	-	A	AF	A	-	A	FA	A	FA	A	AF	AF	A	-	A	-	-	-	A
Grau de Floculação (g/100g)	50	60	-	70	50	50	50	71	401	50	71	50	-	50	75	50	80	60,86	80	75	50	-	50	-	-	-	63,75
Densidade Global (g/cm³)	1,36	1,49	-	1,35	1,4	1,25	1,44	1,39	9,68	1,37	1,35	1,41	1,33	1,53	1,3	1,4	1,35	1,38	1,4	1,32	1,43	-	1,42	-	-	-	1,393
Densidade Partícula (g/cm³)	2,62	2,57	-	2,51	2,66	2,51	2,62	2,7	18,19	2,58	2,51	2,7	-	2,7	2,48	2,56	2,55	2,58	2,63	2,57	2,63	-	2,62	-	-	-	2,613
Umidade 0,033 MPa (g/100g)	3,42	8,79	-	23,7	2,47	24,7	2,05	19,8	85,03	3,04	8,7	2,89	16,3	2,33	13,7	2,15	15	8,01	12,7	13,8	2,52	-	2,42	-	-	-	7,86
Umidade 1,5 MPa (g/100g)	2,8	3,34	-	7,02	1,79	8,5	1,51	5,52	30,48	2,2	7,15	1,92	9,98	1,77	8,45	1,31	9,14	5,24	5,79	7,1	1,8	-	1,75	-	-	-	4,11
Umidade Água Útil (g/100g)	0,62	5,45	-	16,7	0,68	16,2	0,54	14,3	54,55	0,84	1,55	0,97	6,31	0,56	5,27	0,84	5,83	2,77	6,87	6,74	0,72	-	0,67	-	-	-	3,75

MV– Média dos Valores das Camadas A – Areia FA – Franco Arenosa AF – Areia Franca

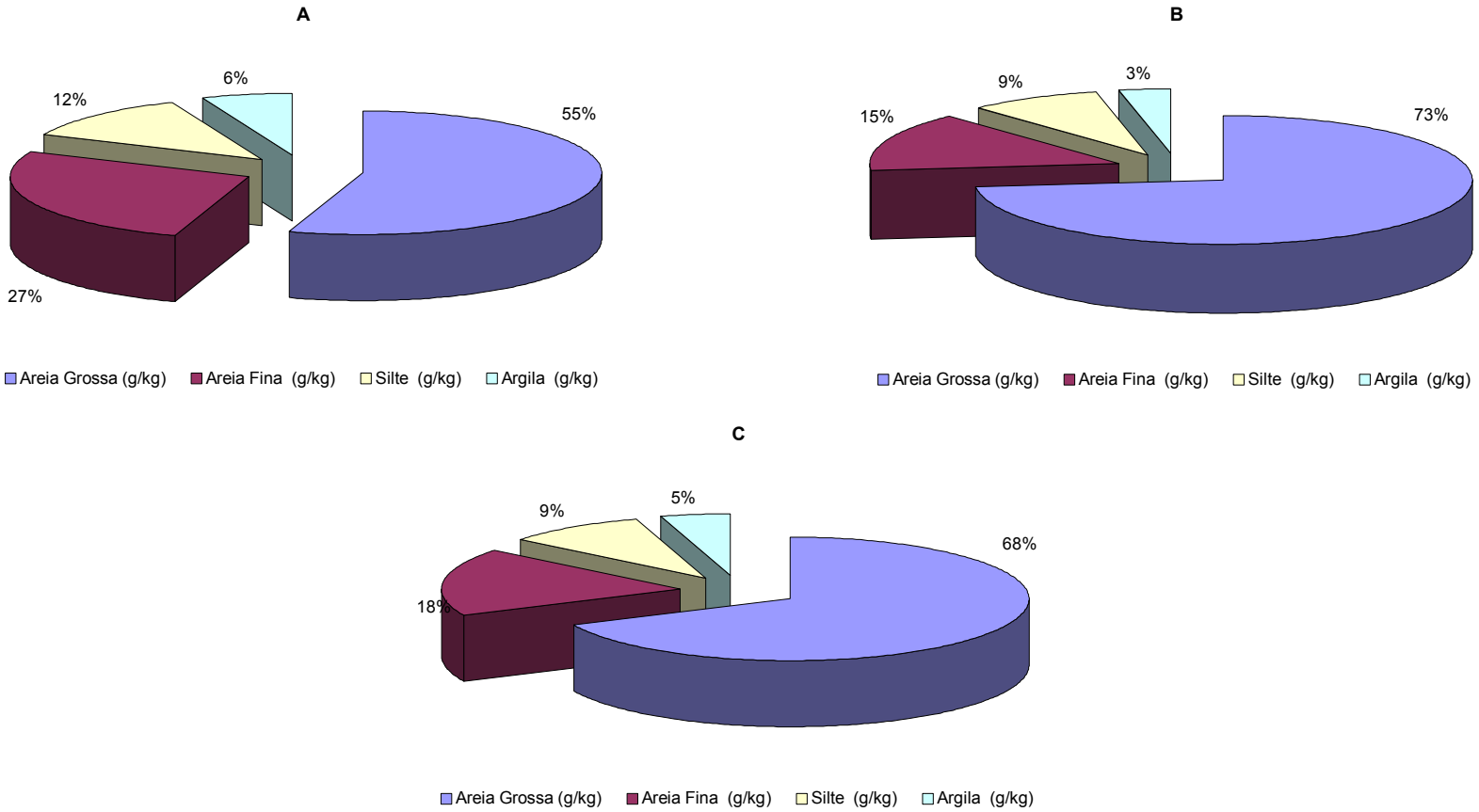


FIGURA 5.1- Análises granulométricas das frações acumuladas nos períodos Úmido 1, Úmido 2 (A e B) e Seco (C).

5.1.2. Atributos Químicos

Os resultados dos atributos químicos das diversas camadas de sedimentos analisados nos períodos úmido 1, seco e úmido 2, são apresentados na TABELA 5.2.

O pH das camadas apresenta-se neutros, valores que variam em média de 6,71 no período úmido 1; 5,81 no período seco e, 7,03 no período úmido 2. O motivo da reação do solo estar próximo a neutralidade pode ser atribuído ao fato dos sedimentos mais recentes não terem sido submetidos ao processo de lixiviação interna. Os maiores valores de pH observados nos períodos úmidos estão de acordo com o indicado por Luchese *et al.* (2001), de que em épocas de menor precipitação (seca), o pH é inferior ao pH dos períodos de maior precipitação. Segundo Patella (1976), em condições de alagamento o pH se aproxima da neutralidade.

Os valores de condutividade elétrica em todas as camadas variaram de 0,11 a 1,30 dS m^{-1} , indicando que as mesmas não apresentaram problemas de salinidade (CE_{es} < 4 dS m^{-1}). Entretanto foi verificada uma tendência de aumento no período úmido 1 (CE média de 0,30 dS m-¹) em relação ao período úmido 2 (CE média de 0,73 dS m^{-1}).

Do ponto de vista da fertilidade, o cálcio e magnésio trocáveis, variaram de médio a alto para a maioria das camadas (FIGURA 5.2). Com valores para o cálcio com média 4,58 $cmol_c$/Kg, 3,58 $cmol_c$/Kg, 3,75 $cmol_c$/Kg, para os períodos úmido 1 seco e úmido 2 respectivamente. Já o magnésio variou em média de 1,36 $cmol_c$/Kg, 1,69 $cmol_c$/Kg e 1,85 $cmol_c$/Kg para os mesmos períodos analisados do cálcio em concordância com Fernandes (1993).

A capacidade de troca de cátions (T) entre as camadas variou de baixa (1,3 $cmol_c$/Kg) a alta (16,9 $cmol_c$/Kg) segundo valores indicado por Kiel (1979), correspondendo os maiores valores as camadas com maior conteúdo de argila, matéria orgânica e maior capacidade de retenção de água útil (TABELA 5.2 e FIGURA 5.4).

Os sedimentos apresentam alta saturação de bases, com valores de V (V=100S/T) em média acima de 80%, mostrando-se eutrófico, ou seja, de boa fertilidade.(FIGURA 5.5).

O teor de nitrogênio variou entre 0,18 e 4,46 g/Kg, com diferenças relativamente grandes entre as camadas, em média de 1,6 g/Kg, 0,78 g/Kg, 1,7 g/Kg, respectivamente, para os períodos; úmido 1, seco e úmido 2. Entretanto, em todos os casos a relação C/N ficou em torno de 10 (FIGURA 5.6), indicando que o estado da matéria orgânica está estável (equilíbrio). Conforme dados publicados por Kiel (1979), o húmus apresenta uma relação C/N variando entre 12:1 a 8:1, com valor médio de 10.

Nas observações de campo pode-se observar as raízes em busca das camadas com matéria orgânica, devido a maior presença de água e micronutrientes.(PRANCHA IV-Foto 1 e 2).

Os teores de potássio variaram de médio a alto com valores maiores nos períodos úmidos, já o fósforo assimilável variou de alto a muito alto com acentuado acréscimo no período úmido 2 (61,25 mg/kg).

Os teores dos micronutrientes Fe, Mn, Cu, Zn, são apresentados respectivamente nas figuras 5.7,5.8,5.9 e 5.10 para todas as camadas estudadas e interpretadas tomando como base os valores críticos definidos por Raij (1991), conforme QUADRO 5.1.

QUADRO 5.1 - Classes de Interpretação dos resultados dos micronutrientres das análises de solo (Raij,1991).

ELEMENTOS	BBAIXO	MÉDIO	ALTO
Cu (mg/Kg)	00,0– 0,3	00,8– 0,12	>>1,8
Fe (mg/Kg)	00,0– 8	119 – 30	>>45
Mn (mg/Kg)	00,0- 2	66–8	>>12
Zn (mg/Kg)	00,0– 0,4	11,0–1,5	>>2,2

O ferro extraível teve uma variação de 15 mg/Kg a 343,44 mg/Kg, com média de 154,72 mg/Kg, 24,37 mg/Kg e 288,80 mg/Kg, para o período úmido 1, seco e úmido 2 respectivamente. O manganês teve uma variação de 5,2 mg/Kg a 304,14 mg/Kg, com média de 66,45 mg/Kg, 25,47 mg/Kg e 130,82 mg/Kg, para o período úmido 1, seco e úmido 2 respectivamente. O cobre teve a sua variação de 0,1 mg/Kg a 3,7 mg/Kg com média de 2,55 mg/Kg, 0,65 mg/Kg e 1,68, respectivamente para os períodos úmido 1, seco e úmido 2. Já o zinco teve a sua variação de 0,6 mg/Kg a 6,1 mg/Kg com média de 3,0 mg/Kg, 1,92 mg/Kg e 3,74 mg/Kg para os respectivos períodos; úmido 1, seco e úmido 2.

Em todos os casos os teores desses micronutrientes foram maiores nas amostras coletadas nos períodos úmidos em relação às coletadas no período seco e considerados altos em relação à fertilidade. O aumento dos valores no período úmido é possivelmente causado, pelo aumento da mineralização da matéria orgânica neste período.(PRANCHA IV-Foto 3 e 4). No caso do ferro e manganês pela suas reduções às formas solúveis ($Fe^{2}+$, $Mn^{2}+$) segundo Havlin *et al.*, (1999).

TABELA 5.2. - Atributos Químicos dos Sedimentos Acumulados nos Períodos Seco e Úmidos 1 e 2.

Períodos	ÚMIDO 1								MV	SECO								MV	ÚMIDO 2								MV
Camadas / Atributos Químicos	A	B	C	D	E	F	G	H		A	B	C	D	E	F	G	H		A	B	C	D	E	F	G	H	
pH Água (1:2,5)	7,2	6,7	7,1	6,8	6,9	6,5	6,7	5,8	6,71	6,1	5,6	6,3	5,7	6,2	5,6	6	5	5,81	6,9	7,3	7,2	-	6,7	-	-	-	7,025
CE (dS/m)	0,25	0,33	0,17	0,64	0,14	0,65	0,12	0,36	0,33	0,29	0,62	0,15	0,32	0,11	0,24	0,11	0,26	0,26	1,21	1,30	0,22		0,18				0,73
Cátions Trocáveis: Ca^{++} ($cmol_c/Kg$)	2	5,1	1,3	7,9	1	10,9	0,6	7,8	4,58	1,50	3,8	1,5	8	1	5,5	0,9	6,4	3,58	6,4	5,8	1,4		1,4				3,75
Cátions Trocáveis: Mg^{++} ($cmol_c/Kg$)	1,2	1,6	1,1	2	0,6	1,7	0,6	2,1	1,36	1,3	3	1,3	2,9	0,9	1,5	0,6	2	1,69	2,4	2,8	1,2		1				1,85
Cátions Trocáveis: Na^{+} ($cmol_c/Kg$)	0,04	0,07	0,04	0,11	0,03	0,15	0,03	0,13	0,08	0,04	0,15	0,05	0,17	0,02	0,12	0,02	0,12	0,09	0,10	0,11	0,02		0,02				0,06
Cátions Trocáveis: K^{+} ($cmol_c/Kg$)	0,11	0,18	0,08	0,26	0,7	0,25	0,04	0,21	0,23	0,16	0,22	0,14	0,20	0,07	0,14	0,05	0,24	0,15	0,97	1,27	0,06		0,05				0,59
Cátions Trocáveis: $H^{+} + Al^{+++}$ ($cmol_c/Kg$)	0,33	1,32	0,33	2,64	0,16	2,64	1,33	4,29	1,63	0,16	0,82	0,6	1,32	0,46	3,96	0,75	3,79	1,26	0,82	0,33	0,16		0,16				0,37
S	3,3	6,9	2,5	10,3	1,7	13	1,3	10,2	6,51	3	7,2	3	11,3	2	7,3	1,6	8,8	5,53	9,9	10	2,7	-	2,5	-	-	-	6,28
T	3,5	7,8	2,5	11,6	1,7	16,9	1,3	14	7,41	3,3	8,5	3,3	13,9	2,1	9,9	2,9	13	7,11	10,7	10,3	2,8	-	2,6	-	-	-	6,60
V (%)	94	88	100	89	100	77	100	73	90,13	91	85	91	81	95	74	55	68	80,0	92	97	96	-	96	-	-	-	95,25
N (g/Kg)	0,37	1,07	0,30	2,08	0,28	3,86	0,34	4,46	1,60	0,46	0,95	0,33	0	0,18	1,95	0,19	2,15	0,78	1,90	1,84	0,29		0,26				1,07
C (g/Kg)	3,72	10,68	2,94	20,76	2,82	38,52	3,42	44,52	15,92	4,56	9,42	3,24	0	1,80	19,44	1,86	21,42	7,72	18,96	18,36	2,82		2,52				10,67
M.O. (g/Kg)	5,44	18,41	5,07	35,79	4,86	66,41	5,89	76,75	27,33	7,86	16,24	5,59	0	3,10	33,51	3,21	36,93	13,31	32,69	31,65	4,86		4,34				18,39
P Assimilado (mg/Kg)	89	87	26	27	18	22	9	22	37,50	25	91	132	26	15	24	9	32	44,25	103	108	17		17				61,25









PRANCHA IV

Foto 1 - Perfil das camadas de sedimentos do micro-barramento Ba03 no período úmido 1. Observando o acúmulo de água a 33cm da camada A.

Foto 2 - Perfil das camadas de sedimentos do micro-barramento Ba03 no período seco. Não consegue-se diferenciar as camadas com matéria orgânica (processo de mineralização).

Foto 3 - Perfil das camadas de sedimentos do micro-barramento Ba01 no período úmido 1.

Foto 4 - Perfil das camadas de sedimentos do micro-barramento Ba02 no período úmido 1.

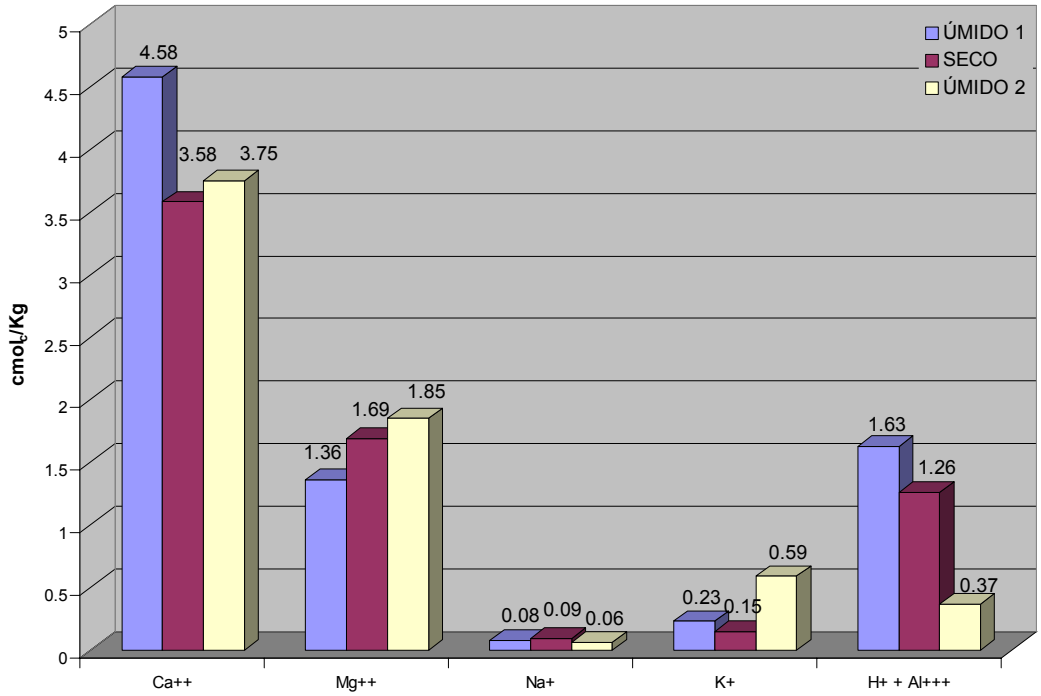


FIGURA 5.2 – Histograma das médias dos teores de cálcio, magnésio, sódio, potássio, hidrogênio e alumínio dos sedimentos nos períodos úmido 1, seco e úmido 2.

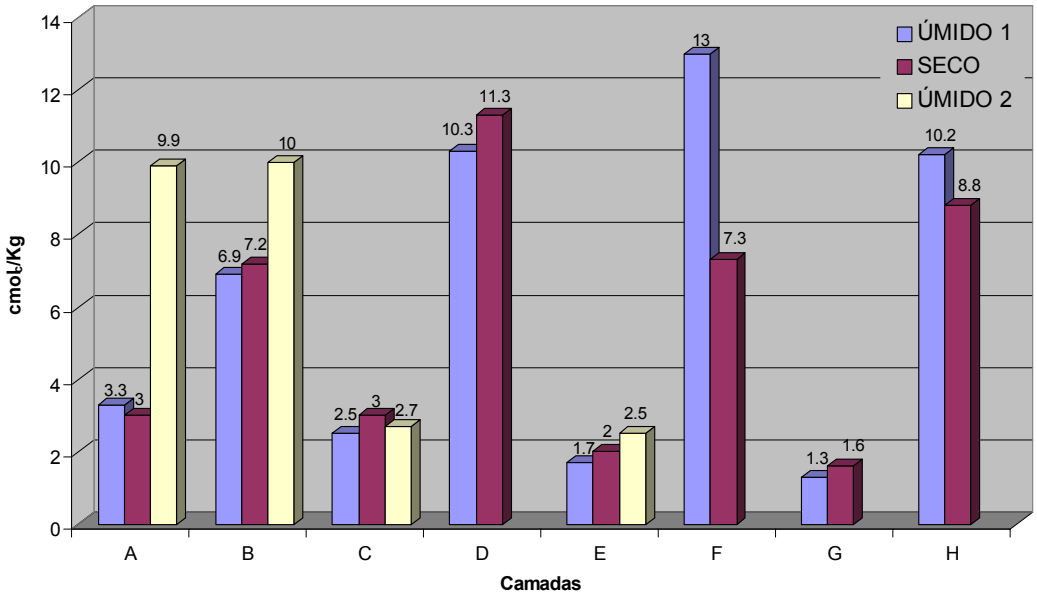


FIGURA 5.3 – Histograma de valores de S (soma de bases trocáveis) nos períodos; úmido 1, seco e úmido 2.

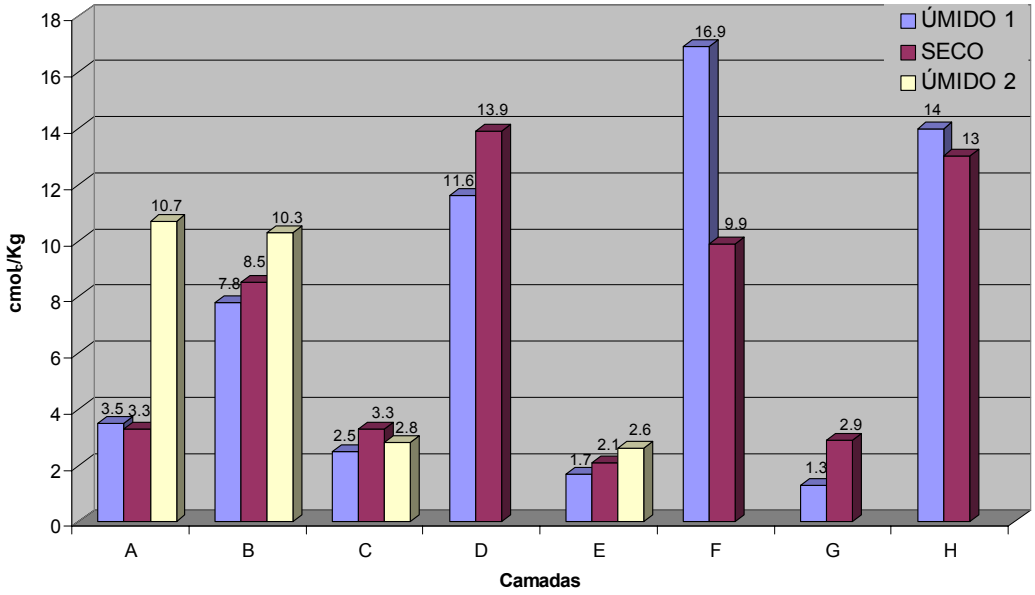


FIGURA 5.4 - Histograma de valores de T (trocas cátion iônica) nos períodos úmido 1, seco e úmido 2.

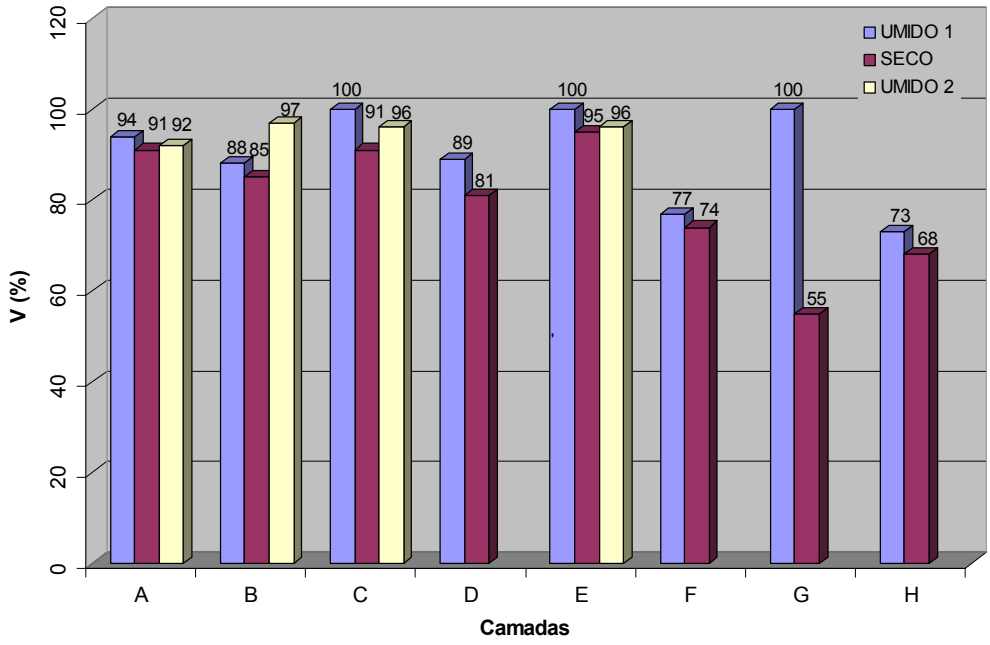


FIGURA 5.5 – Histograma dos valores de V (Caráter Eutrófico) nos períodos úmido 1, seco e úmido 2.

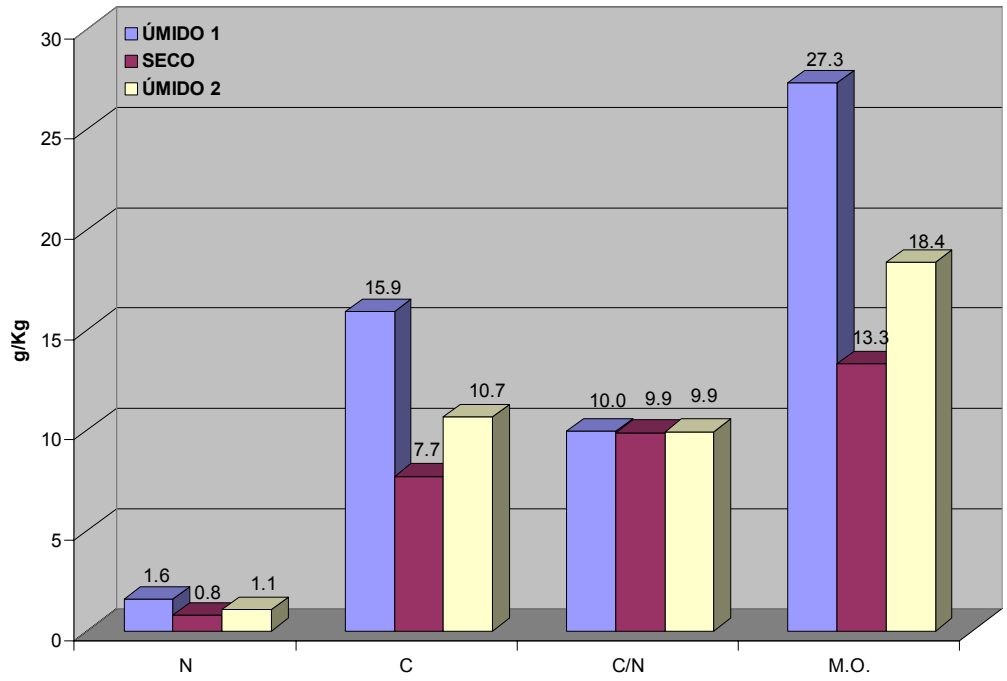


FIGURA 5.6 – Histograma dos valores médios de nitrogênio, carbono e matéria orgânica dos sedimentos, nos períodos úmido 1, seco e úmido 2.

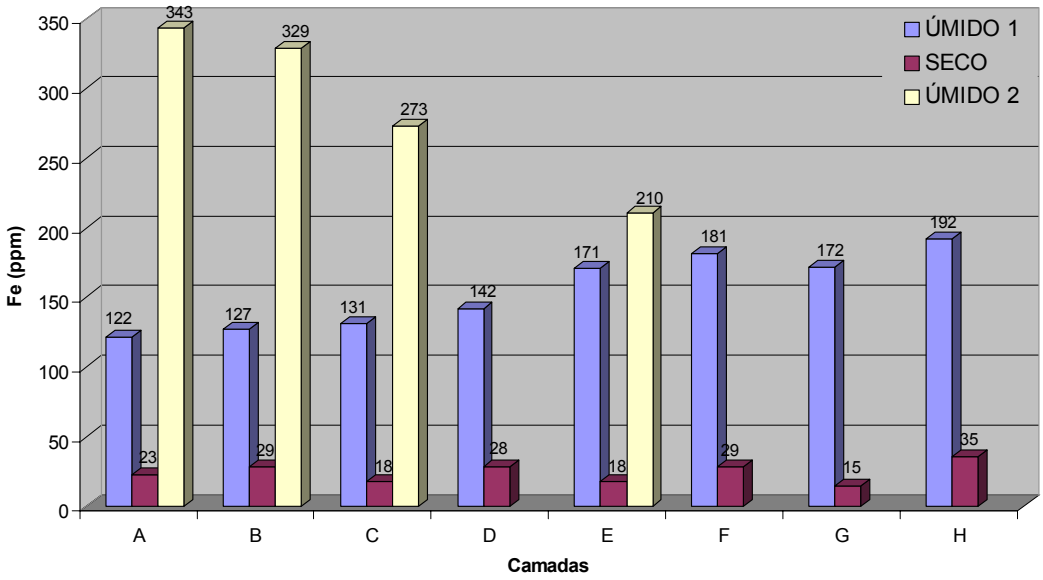


FIGURA 5.7 – Histograma dos valores de Ferro (ppm) nos períodos úmido 1, seco e úmido 2.

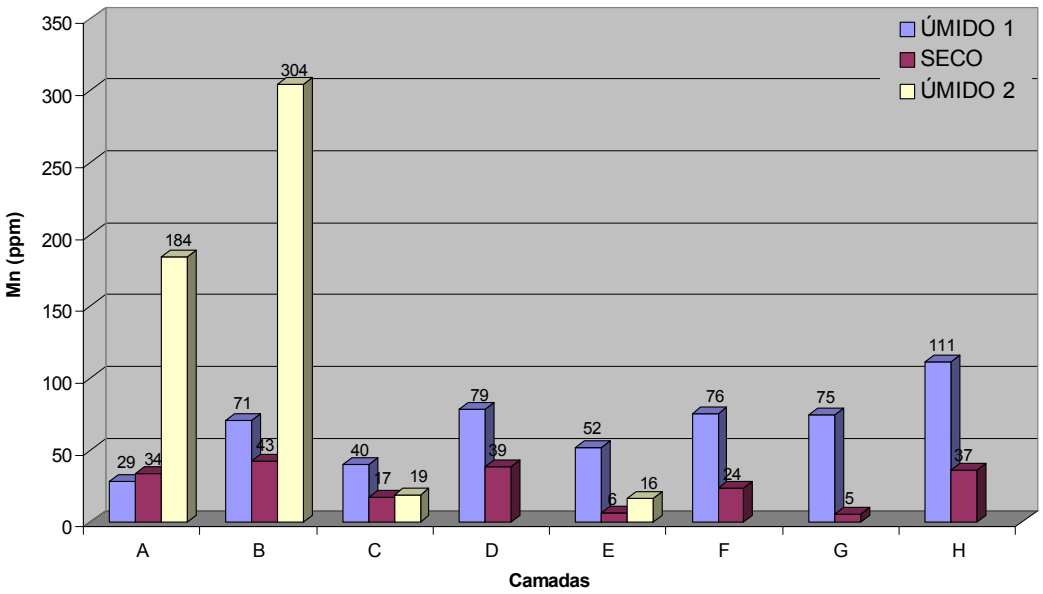


FIGURA 5.8 – Histograma dos valores de Manganês (ppm) nos períodos úmido 1, seco e úmido 2.

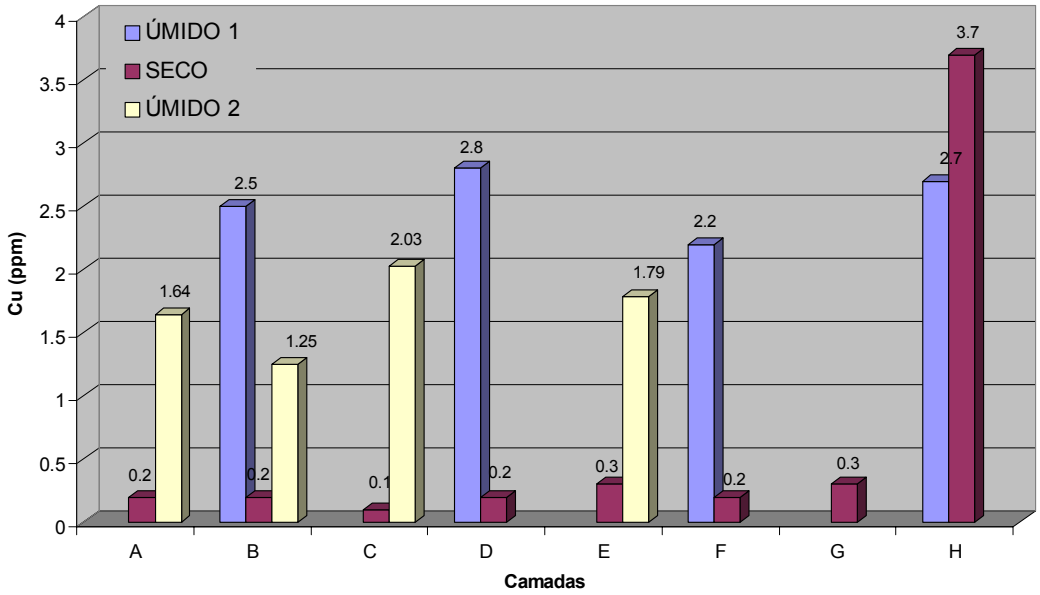


FIGURA 5.9 – Histograma dos valores de Cobre (ppm) nos períodos úmido 1, seco e úmido 2.

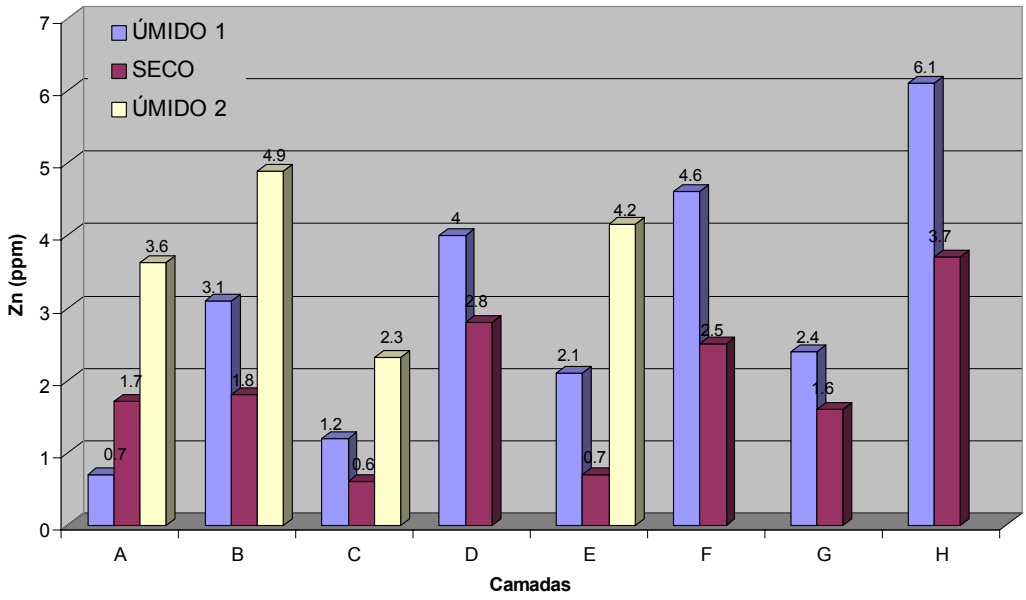


FIGURA 5.10 – Histograma dos valores de Zinco (ppm) nos períodos úmido 1, seco e úmido 2.

5.1.3. Deposição dos Sedimentos e Erosividade

Na área experimental, considerando a primeira estação chuvosa do ano de 2002, observou-se à deposição e retenção de uma massa de sedimentos que, em contato com os micro-barramentos, atingia uma altura máxima de 10 cm, 12 cm, 33 cm e 50 cm respectivamente nos micro-barramentos BA01, BA02 , BA03 e BA04 (PRANCHA V- Foto 1 e 2). Não foi possível dimensionar o volume e massa do micro-barramento BA04, em função da área do entorno e o próprio depósito sedimentar ter sofrido interferência antrópica, o agricultor plantou na área sedimentada (PRANCHA V- Fotos 3 e 4). Em campo através de medidas em régua, observou-se um maior acúmulo de sedimentos nos micro-barramentos BA03 e BA04, decorrente provavelmente aos seus vales em forma de "V" e as suas declividades mais acentuadas juntamente com o perfil de suas encostas, onde se construiu os cordões de pedra (PRANCHA VI).

Conforme já descrito no capítulo 3, a secção transversal triangular (m²), formada pela deposição de sedimentos ao longo dos três micro-barramentos estudados no riacho Bananeiras, permitiu o cálculo do volume de terra retido, conforme ilustrado na TABELA 5.3.

TABELA 5.3. - Resultados obtidos nos cálculos de volume, densidade e massas dos materiais retidos nos micro-barramentos.

Micro-Barramentos	Volume (m^3)	Densidade úmida (g/cm^3)	Densidade seca (g/cm^3)	Massa úmida (t)	Massa seca (t)
BA01	0,735	1,587	1,328	1,166	0,976
BA02	0,851	1,587	1,328	1,351	1,130
BA03	3,249	1,509	1,437	4,903	4,669

Analisando o cálculo de massa transportada e assoreada no período de uma quadra invernosa (úmido 1), percebe-se o crescimento expressivo de massa erodida feito a sua contenção quase que na totalidade através dos micro-barramentos.

A FIGURA 5.11 do micro-barramento BA03 mostra os ciclos de sedimentação representados por camadas estratificadas de sedimentos detríticos, intercalados por sedimentos pelitos com matéria orgânica. A espessura destas camadas varia de 4,0 cm a 10 cm nos sedimentos detríticos e de 0,5 cm a 6,0 cm nos pelítos. A predominância da fração areia é devido à sedimentação em primeiro lugar das partículas maiores e ao transporte em suspensão das frações silte e argila, cuja sedimentação ocorre principalmente quando as águas entram em repouso.

O cálculo do fator R para os anos de 2002 e 2003, em valores médios mensais, é expresso pelo QUADRO 5.2, cujos valores foram obtidos a partir do cálculo dos dados de chuva listados no QUADRO 4.1 (pluviometria) do item 4.1.3.

QUADRO 5.2 - Média mensal da Precipitação e Fator R, de 2002 e 2003.

MESES	ANO 2002		ANO 2003	
	Precipitação	Fator R	Precipitação	Fator R
Janeiro	224,1	2950,5	36,8	125,5
Fevereiro	19,6	46,9	119,4	928,3
Março	91,5	643,5	276,0	3857,6
Abril	153,6	1552,4	132,1	1102,3
Maio	70,8	416,1	86,8	539,8
Junho	13,2	23,9	0,0	0,0
Julho	15,6	31,8	0,0	0,0
Agosto	0,0	0,0	0,0	0,0
Setembro	0,0	0,0	0,0	0,0
Outubro	0,0	0,0	0,0	0,0
Novembro	0,0	0,0	0,0	0,0
Dezembro	0,0	0,0	0,0	0,0

Analisando o gráfico da FIGURA 5.12 que descreve a distribuição do percentual da erosividade e precipitação mensal em relação aos totais anuais, constatou-se que ambos mantém um mesmo padrão de comportamento, comprovando a ação da chuva (intensidade e freqüência) no fenômeno da erosão. Em janeiro de 2002 foram registrados os maiores valores de erosividade (2950,5 mj.cm/ha.h) e precipitação (224,1 mm/h) decrescendo simultaneamente até atingir o valor zero no período de agosto a dezembro. No ano de 2003 os maiores valores de erosividade (3857,6 mj.cm/ha.h) e precipitação (276,0 mm/h) foram registrados no mês de março, decrescendo simultaneamente chegando a zero no período de junho a dezembro.

O efeito benéfico dos micro-barramentos no aproveitamento dos solos recuperados para agricultura, foi evidenciado pelo rendimento do arroz, feijão e milho cultivados na área de deposição dos sedimentos (195,75 m²), entre os micro-barramentos BA03 e BA04. No ano de 2003, sem nenhuma orientação técnica, o agricultor obteve nesta mesma área uma produtividade de 125 kg de arroz. Já no ano de 2004, com as chuvas do primeiro trimestre e com a devida orientação técnica, ele obteve uma produtividade de 210 kg de arroz. Caracterizando dessa forma, o início da recuperação dos sedimentos e melhoria

nas propriedades do solo através de uma técnica simples de conservação e de baixo custo (PRANCHA VII).

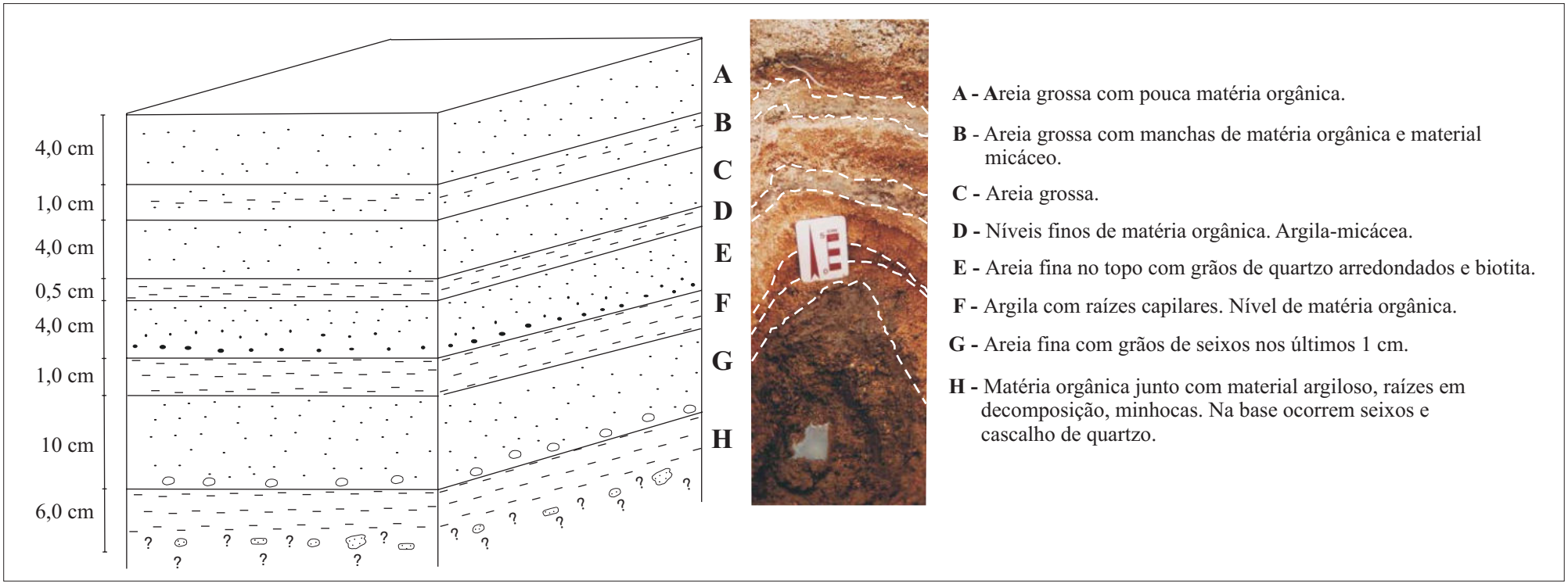


FIGURA 5.11 Detalhe do Micro-barramento BA03 ilustrando as camadas de sedimentos acumulados no período úmido 1.

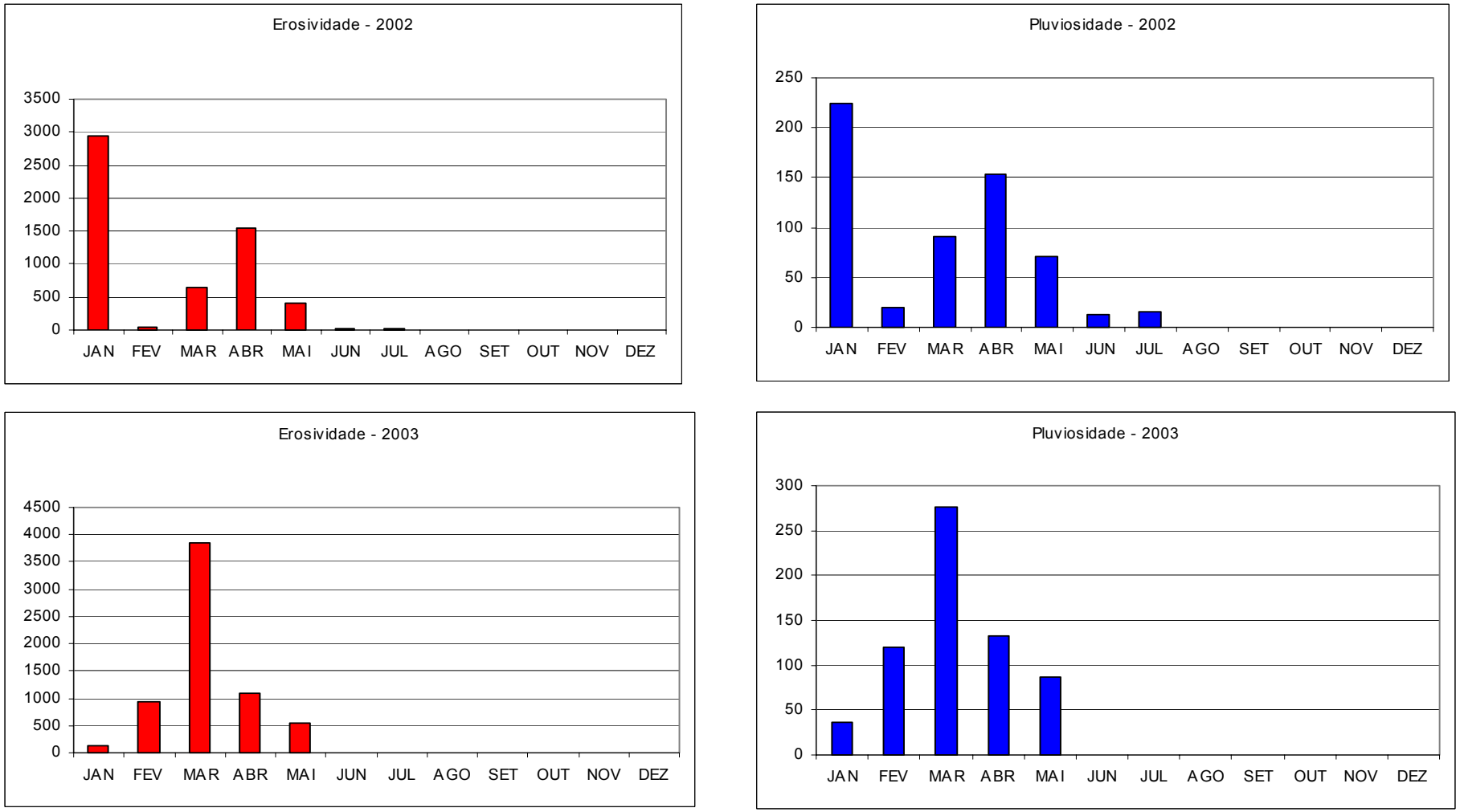


FIGURA 5.12 – Histograma de freqüência de Erosividade (mj.cm/ha.h.) e Pluviosidade (mm) em 2002 e 2003.









PRANCHA V

Foto 1 e 2 - Aspectos do micro-barramento BA02 nos períodos seco e úmido, mostrando o acúmulo de água à jusante.

Foto 3 e 4 - Visão a montante do micro-barrramento BA04 nos períodos seco e úmido, observando-se o desenvolvimento da vegetação no período úmido.













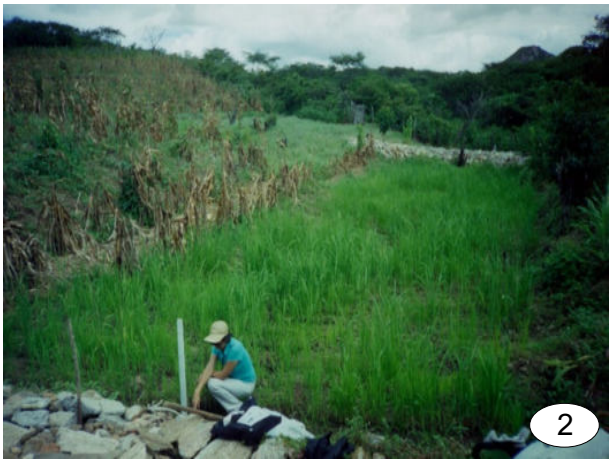
PRANCHA VI

Foto 1 e 2 - Aspectos do micro-barramento BA04 nas estações seca e úmida, observando o ressurgimento da vegetação no período úmido.

Foto 3 e 4 - Aspectos do micro-barramento BA03 no riacho Bananeiras nas estações seca e úmida.

Foto 5 e 6 - Visão dos cordões de pedra com o aproveitamento agrícola nas encostas e no leito do riacho Bananeiras, no período úmido.













PRANCHA VII

Resultados positivos na área do riacho Bananeiras com a técnica dos micro-barramentos e cordões de pedra, mostrando o aproveitamento agrícola diversificado.

Foto 1 - Milho;

Foto 2 - Arroz;

Foto 3 - Feijão;

Foto 4 - Mamão;

Foto 5 - Mata ciliar e vegetação arbustiva;

Foto 6 - Tuberculos (batatas).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A partir dos estudos, levantamentos e interpretações desenvolvidas através desta pesquisa, foi possível tecer as seguintes considerações finais e recomendações:

a) O volume de sedimentos retidos pelos micro-barramentos é expressivo. Tomando como referência o micro-barramento BA03, foi acumulado um volume de 3,249 m³, no período de janeiro a junho de 2002 em uma área de aproximadamente 24 m²;
b) Os atributos químicos e físicos dos sedimentos acumulados nos micro-barramentos no riacho Bananeiras, apresentaram condições favoráveis no que se refere à nutrição das plantas, destacando-se o PH, aumento da profundidade efetiva, porosidade, água disponível nas camadas com maior conteúdo de argila e matéria orgânica como também o teor de agregados;
c) As condutividades elétricas que dizem respeito às concentrações de sais solúveis no solo, mostraram-se baixas denotando solos não salinos;
d) A densidade do solo foi considerada boa, visto não haver camada de impedimento ou compactação. Há um predomínio dos íons cálcio e magnésio para todas os períodos analisados, como também apresentaram alta saturação de bases, com valor de V=(100.S/T) em média de 80%, mostrando-se , portanto, eutróficos, ou seja, de boa fertilidade;
e) O estudo da erosividade na região permitiu classificar a área de acordo com Carvalho (1994), como de alta erosão hídrica, verificando-se a importância de técnicas de conservação, como os micro-barramentos e cordões de pedras executados na microbacia;
f) Com relação ao fator sócio econômico nos micro-barramentos do riacho Bananeiras, mostrou-se satisfatório, quando através destes, foi possível iniciar a recuperação em áreas degradadas e conseqüentemente a melhoria do solo. Os resultados foram um incremento na prática de agricultura de subsistência (feijão, milho, arroz), o ressurgimento da flora e fauna nas áreas de influência das barragens, fixação do nitrogênio no solo e atração de aves que agilizarão a disseminação de sementes, como também a diminuição da erosão/assoreamento dos açudes a jusante destes;
g) Sugerem-se como diretrizes futuras, uma prévia delimitação da área de acumulação dos sedimentos, através de uma topografia de detalhe, pois somente desta forma, será possível monitorar precisamente a massa de sedimentos acumulados;

h) Também se faz necessário uma melhor fixação com concretagem da régua previamente demarcada e colocada a montante dos barramentos, para evitar a sua retirada e como conseqüência à perda de dados;
i) Recomenda-se aprimorar melhor o planejamento conservacionista da área com uma maior participação das comunidades locais, reforçando-se assim os laços culturais capazes de promover o desenvolvimento sustentável dessas comunidades.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTS, E.E.; SCHUMAN, G.E. & BURWELL, R.E. Seasonal runoff losses of nitrogen and phosphorus from Missouri Valley Loess Watersheds. J. environ. Qual., Madison, 7 (2): 203-212, 1978.

ARAÚJO, J.C.; FERNANDES, L.; OLIVEIRA, M.R. & SOUSA, T.C. Mathematical modeling of erosion and reservior sedimentation in Brazilian semi-arid. Freising-Weihenstephan, Germany. *In*: proceeding of the III international WAVES Workshop. 37-40, Freising, 2003.

BERTONI, J.& LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. Piracicaba: Livroceres, 1985. 392p.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. 4ed, São Paulo, Ícone, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento exploratório de reconhecimento de solos do Estado do Ceará. Recife, Divisão de Pesquisa Pedológica, 1 1973. 310p (*Série Pedologia*, 16).

BRASIL. Serviço Nacional de Formação Profissional Rural. Produtor de mandioca. 3.ed. Brasília,1983. 1v. (SENAR. Coleção Básica Rural, 5).

BRITO NEVES, B.B. Regionalização geotectônica do pré-cambriano nordestino. São Paulo, Universidade, Instituto de Geociências, 1975. 198p. Tese de Doutorado.

CARVALHO, N. Hidrossedimentologia Prática. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais CPRM/ Centrais Elétricas Brasileiras – ELETROBRÁS. Rio de Janeiro: 1994.

COELHO NETO, A.L. Diagnóstico de Erosão para o Planejamento Regional: Subsídios Metodológicos sob enfoque geo-hidrológico. *In*:VI Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Presidente. Anais... Presidente Prudente, 1998. CD Room.

CORREIA, A.A.M. Brasil no rumo do inabitável. Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, 19 (2) 1994.

CRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Blücher, 1980.

DULEY, F.L. Surface factors affecting the rate of intake of water by soils. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, v.3, p 60-64, 1939.

DUQUE, J.G. Solo e Água no polígono das secas. Fortaleza: DNOCS. 5ª edição. 1980. 221p

EMBRAPA Conselho Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 412p. 1999.

EMBRAPA Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento; normas em uso pelo SNCLS. Rio de Janeiro, 1988a. 67p.

EMBRAPA Definições e notações de horizontes e camadas do solo. Rio de Janeiro, 1988b. 54p.

EMBRAPA Definições e notações de horizontes e camadas do solo. Rio de Janeiro, 1988b. 54p.

EMBRAPA Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro, 1979 v.1.

ESTADOS UNIDOS. Departament of Agriculture Soil Survey Staff. Soil survey manual. Washington D.C. USDA, 1951. 503p. (USDA. Agriculture Handbook, 435).

ESTADOS UNIDOS. Departament of Agriculture. Soil Conservation Service . Soil Survey Staff. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington D.C. USDA, 1975. 754p. (USDA. Agriculture Handbook, 436).

F.A.O. La erosión del suelo el agua: algunas medidas para combatirla. Roma, FAO, 1991,. (Cuadernos de Fomento Agropecuário).

FERNANDES, A. G. Relatório do levantamento das espécies das microbacias hídrográficas dos rios Cangati e Pesqueiro, Fortaleza,2001.

FERNANDES, L. Processos Hidrossedimentológico na Bacia do Açude Acarape do Meio, Ceará. Dissertação de Mestrado em Recursos Hídricos. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

FERNANDES, V.L.B. (coordenadora). Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Ceará, 1993.

FUNCEME. Relatório de pluviometria por faixas de anos do Estado do Ceará. Fortaleza, 2003.

GALVÃO, M.V. Regiões Bioclimática do Brasil. Revista Brasileira de geografia. Rio de Janeiro, n. 1, p. 2-36, 1967.

HUDSON, N.W. The universal soil-loss equation. *In*:Soil Conservation. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1981.p. 191-208.

HUDSON, N.W. Soil and water conservation in semi-arid areas. FAO Soils Bulletin Nº57.**1987.**

HAVLIN, J.L. ; BEATON, J.D. ; TISDALE. S.L.; NELSON. W.L. Soil Fertility and Fertilizers, 499p, New Jersey, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico – 1998. Rio de Janeiro 1998.

JACOMINE, P.K.T. (org) Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará. Recife. Convênio de Mapeamento de Solos MA/DNPEA-SUDENE/DRN. 1973.

KIEHL, E. J. Manual de Edafologia. Relações Solo-Planta, São Paulo, 1979.

KLANT, E. & STAMMEL, J.G. Manejo adequado dos solos das encostas basálticas. I Simpósio de manejo do Solo e Plantio Direto no Sul do Brasil. III Simpósio de Conservação de Solos do Planalto. p. 124-145, Passo Fundo, 1983.

LEMOS, R.C. de SANTOS, R. D. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 2.ed. Campinas: SBCS/EMBRAPA-SNLCS, 1996. 46p.

LOMBARDI NETO, Erosividade da Chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. In: III Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do solo, Recife, 1980, 1980.

LUCHESE, E.B. ; BORTOTTI, L. 0 .; LENZI, F.E. Fundamentos da Química do Solo, Rio Janeiro, 2001.

MACEDO, M.V.A. Características Físicas e Técnicas dos Açudes Públicos do Estado do Ceará, Fortaleza, DNOCS, 1977.

MUNN, D.A.; MCELEAN, E.O.; RAMIREZ, A. & LOGAN, T.J. Effect of soil, cover slope, and rainfall factors on soil and phosphorus movement under simulated rainfall conditions. Science Society of America Proceedings, Madison, 37 (3): 428-431, 1973.

NASCIMENTO, D.A. do & GAVA, A. Geologia da Folha AS.24-Z-C Fortaleza e parte do extremo sudeste da Folha contígua AS.24-Y-D Sobral. Natal, Projeto RADAMBRASIL, 1977. N.p. (Relatório Interno RADAMBRASIL, 229-G).

OLIVEIRA, J.B. Efeitos do manejo do solo na erosão de Podzólico Vermelho-Amarelo equivalente Eutrófico e Planossolo Solódico de microregião homogênea 68 do Ceará. Fortaleza: UFC/CCA. Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. 1981. 97p. (Dissertação de Mestrado).

PADILHA, A. J. Tecnologia Base Zero –TBZs, Tomo III, Recife. Ed. Sistema Técnicos Racionais LTDA, 1997.51p.

PATELLA, J.F. Arroz em solo inundado, São Paulo, 1976.

PRODHAM, Plano Técnico Operativo do PRODHAM. Fortaleza, 2001.

RAIJ, B.V. & BATAGLIA, O..C, Análise química do solo in micronutrientes na agricultura , Piracicaba. S.P., 1991.pg.333-352.

REIJ, C. The Agro-Forestry Project in Burkina Faso ; an analysis of popular participation in soil and water conservation in Sub-Saharan Africa, 1987.

RICOCOMINI, C; GIANINI, P.C.F.; MANCINI, F. Decifrando a Terra – Rios e Processos Aluviais, São Paulo 2000. p. 192-214.

SEGANFREDO, M.L.; ELTZ, F.L.F. & BRUM, A.C.R. Pedras de solo, água e nutrientes por erosão em sistemas de culturas em plantio direto. Revista Brasileira de ciência do Solo, Viçosa, v. 21, p 287-291, 1997.

SILVA, J.R.C. & PAIVA, J.B. Retenção de sedimentos por cordões de pedra em contorno em uma encosta de Solo Litólico. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 9 (1): 77-80, 1985.

SILVA, M.L.N.;CURI, N.; FEREIRA, M.M.; LIMA, J.M. & FERREIRA, D.F. Proposição de modelos para estimativa da erodibilidade de latossolos brasileiros. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n12, p.2287-2298, dez 1999.

SOUZA, M.J.N. Análise geoambiental e ecodinâmica das paisagens do estado do Ceará. 1998. Monografia. Departamento de Geociências, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 1998.

SOUZA, M.J.N. de – Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do Estado do Ceará. Revista de Geologia, n1, Fortaleza. V 9. p. 73-91, 1988.

SUGUIO, K. – Rochas Sedimentares. Ed. da Universidade de São Paulo. p.254-255. São Paulo 1980.

TAVARES. A. C & VITTE.A .C. Erosão do solo e Assoreamento de Represas: O caso de Monte Aprasível –SP. Geografia, Rio Claro. 18(1): 51-95, Abril,1993.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.

TORQUATO J.R.F., (org) Granitóides do Ceará. Ver. De Geologia, n.1/2, Fortaleza. V.9. p.9-81, 1989.

VAREJÃO-SILVA, M.A. Programa Balanço Hídrico. Recife: UFRPE/FUNCEME, 1990.

VIEIRA, M.J.; COGO, N.P. & CASSOL, E.A. Perda por erosão, em diferentes sistemas de preparo do solo, para a cultura da soja (*Glycine Max.* (L0 Merr.) em condições de chuva simulada. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 2 (3): 209-214, 1978).

WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses from cropland East of the rocky Mountains. Washington, U.S. Department of Agriculture. 1965. 47p.

ANEXOS

ANEXO I - Análises de Solos

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SRH/FUNDAÇÃO CEARENCE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME

LABORATÓRIO DE SOLOS/ÁGUA

CAMPUS DO PICI – BLOCO 807 – CAIXA POSTAL 12168 – CEP 60021-970 – FORTALEZA – CE (Fones: 288-9689; FAX 288-9690).

INTERESSADO: PRODHAM / FUNCEME

PROCEDÊNCIA: Cangati – Bananeiras (Seca)	**LAT (UTM)**	**LONG (UTM)**	**PERFIL:**	**DATA:** 04/12/2002
	9490160	456756		

RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO

Amostra	Horizonte		Composição Granulométrica (g/kg)					Classificação Textural
	Símbolo	Prof (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	
2002-1313	BA01 (B)	SECA	710	200	70	20	10	Areia
2002-1314	BA01 (C)	SECA	710	310	420	160	60	Franco
2002-1315	BA01 (D)	SECA	710	200	70	20	10	Areia

Grau de Floculação (g/100g)	Densidade (g/cm³)		Umidade (g/100g			PH		C.E. (dS/m)
	Global	Partícula	0,033 Mpa	1,5 MPa	Agua Útil	Agua	KCl	
50	1,43	2,65	5,09	3,86	1,23	7,1	-	0,49
62	1,16	2,40	28,04	13,14	14,90	6,3	-	0,63
50	1,52	2,68	4,66	2,63	2,03	6,7	-	0,18

Complexo Sortivo ($Cmol_c/kg$)										
Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	$H^{+} + Al^{3+}$	Al^{3+}	S	T	V (%)	M (%)	PST
3,00	4,00	0,04	0,20	0,82	0,00	7,2	8,1	89	-	1
13,70	2,80	0,18	0,38	6,27	0,00	17,1	23,3	73	-	1
2,00	1,50	0,03	0,11	0,66	0,00	3,6	4,3	84	-	1

C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	M O (g/kg)	P Assimilável (mg/kg)	Micronutrientes			
					Fe	Cu	Zn	Mn
5,88	0,59	10	10,13	96	25,5	0,6	1,8	178,7
37,20	3,73	10	64,13	29	24,9	0,5	4,7	307,4
4,02	0,41	10	6,93	94	24,8	0,6	1,6	37,5

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SRH/FUNDAÇÃO CEARENCE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME

LABORATÓRIO DE SOLOS/ÁGUA

CAMPUS DO PICI – BLOCO 807 – CAIXA POSTAL 12168 – CEP 60021-970 – FORTALEZA – CE (Fones: 288-9689; FAX 288-9690).

INTERESSADO: PRODHAM / FUNCEME / TESTE EROSIVIDADE

PROCEDÊNCIA: Cangati – Bananeiras	**LAT (UTM)**	**LONG (UTM)**	**PERFIL:** 01	**DATA:** 19/06/2002
	9490188	456640		

RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO

Amostra	Horizonte		Composição Granulométrica (g/kg)					Classificação Textural
	Símbolo	Prof (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	
2002-348	BA01 (A)	Úmido	-	-	-	-	-	-
2002-349	BA01 (B)	Úmido	-	-	-	-	-	-
2002-350	BA01 (C)	Úmido	-	-	-	-	-	-
2002-351	BA01 (D)	Úmido	-	-	-	-	-	-

Grau de Floculação (g/100g)	Densidade (g/cm³)		Umidade (g/100g			PH		C.E. (dS/m)
	Global	Partícula	0,033 Mpa	1,5 MPa	Agua Útil	Agua	KCl	
-	-	-	-	-	-	6,4	-	1,26
-	-	-	-	-	-	6,7	-	0,34
-	-	-	-	-	-	5,9	-	1,00
-	-	-	-	-	-	6,2	-	0,15

Complexo Sortivo ($Cmol_c/kg$)										
Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	$H^{+} + Al^{3+}$	Al^{3+}	S	T	V (%)	M (%)	PST
5,20	3,10	0,07	0,27	0,66	0,00	8,6	9,3	92	-	1
2,30	1,70	0,04	0,14	0,82	0,00	4,2	5,0	84	-	1
15,60	4,20	0,19	0,49	0,99	0,20	20,5	21,5	96	1	1
2,10	1,20	0,05	0,12	0,66	0,05	3,5	4,1	85	1	1

C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	M O (g/kg)	P Assimilável (mg/kg)	Micronutrientes			
					Fe	Cu	Zn	Mn
18,48	1,85	10	31,86	143				
5,04	0,51	10	8,69	123				
44,88	4,50	10	77,37	25				
8,28	0,83	10	14,27	84				

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SRH/FUNDAÇÃO CEARENCE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME

LABORATÓRIO DE SOLOS/ÁGUA

CAMPUS DO PICI – BLOCO 807 – CAIXA POSTAL 12168 – CEP 60021-970 – FORTALEZA – CE (Fones: 288-9689; FAX 288-9690).

INTERESSADO: PRODHAM / FUNCEME

PROCEDÊNCIA: : Cangati – Bananeiras	**LAT (UTM)**	**LONG (UTM)**	**PERFIL:**	**DATA:** 19/06/2002
	9490160	456756		

RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO

Amostra	Horizonte		Composição Granulométrica (g/kg)					Classificação Textural
	Símbolo	Prof (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	
2002-338	BA02 (A)	Úmido	60	390	410	140	70	Franco
2002-339	BA02 (B)	Úmido	660	100	160	80	20	Franco arenoso

Grau de Floculação (g/100g)	Densidade (g/cm³)		Umidade (g/100g			PH		C.E. (dS/m)
	Global	Partícula	0,033 Mpa	1,5 MPa	Agua Útil	Agua	KCl	
50	1,12	2,46	34,30	11,06	23,24	6,0	-	0,63
75	1,55	2,67	14,65	4,38	10,27	5,9	-	0,24

Complexo Sortivo ($Cmol_c/kg$)										
Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	$H^{+} + Al^{3+}$	Al^{3+}	S	T	V (%)	M (%)	PST
10,10	4,10	0,14	0,38	5,61	0,15	14,7	20,3	72	1	1
5,40	2,10	0,08	0,23	5,11	0,15	7,8	12,9	60	2	1

C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	M O (g/kg)	P Assimilável (mg/kg)	Micronutrientes			
					Fe	Cu	Zn	Mn
33,10	3,32	10	57,06	22	215,3	3,2	5,6	267,1
19,20	1,93	10	33,10	84				

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SRH/FUNDAÇÃO CEARENCE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME

LABORATÓRIO DE SOLOS/ÁGUA

CAMPUS DO PICI – BLOCO 807 – CAIXA POSTAL 12168 – CEP 60021-970 – FORTALEZA – CE (Fones: 288-9689; FAX 288-9690).

INTERESSADO: PRODHAM / FUNCEME

PROCEDÊNCIA: Cangati – Bananeiras (Seca)	**LAT (UTM)**	**LONG (UTM)**	**PERFIL:**	**DATA:** 04/12/2002
	9490160	456756		

RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO

Amostra	Horizonte		Composição Granulométrica (g/kg)					Classificação Textural
	Símbolo	Prof (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	
2002-1316	BA02 (A)	SECA	100	460	330	110	20	Franco arenoso
2002-1317	BA02 (B)	SECA	570	300	90	40	10	Areia franca

Grau de Floculação (g/100g)	Densidade (g/cm³)		Umidade (g/100g			PH		C.E. (dS/m)
	Global	Partícula	0,033 Mpa	1,5 MPa	Agua Útil	Agua	KCl	
82	1,28	2,56	22,82	9,61	13,21	6,7	-	0,74
74	1,46	2,61	6,12	3,91	2,21	6,1	-	0,23

Complexo Sortivo ($Cmol_c/kg$)										
Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	$H^{+} + Al^{3+}$	Al^{3+}	S	T	V (%)	M (%)	PST
8,40	9,50	0,12	0,28	3,96	0,00	18,3	22,3	82	-	1
3,30	2,40	0,04	0,11	1,32	0,05	5,9	7,2	82	1	1

C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	M O (g/kg)	P Assimilável (mg/kg)	Micronutrientes			
					Fe	Cu	Zn	Mn
20,4	2,00	10	34,55	30	25,8	0,6	2,7	300,3
7,44	0,75	10	12,83	103	28,1	0,6	0,8	68,2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SRH/FUNDAÇÃO CEARENCE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME

LABORATÓRIO DE SOLOS/ÁGUA

CAMPUS DO PICI – BLOCO 807 – CAIXA POSTAL 12168 – CEP 60021-970 – FORTALEZA – CE (Fones: 288-9689; FAX 288-9690).

INTERESSADO: PRODHAM / FUNCEME

PROCEDÊNCIA: Riacho Bananeiras (Seco)	**LAT (UTM)**	**LONG (UTM)**	**PERFIL:**	**DATA:** 08/11/2002
	9490140	456794		

RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO

Amostra	Horizonte		Composição Granulométrica (g/kg)					Classificação Textural
	Símbolo	Prof (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	
2002-1196	BA03 (A)	SECA	930	30	20	20	10	Areia
2002-1197	BA03 (B)	SECA	510	280	140	70	20	Areia Franca
2002-1198	BA03 (C)	SECA	780	160	40	20	10	Areia
2002-1199	BA03 (D)	SECA	-	-	-	-	-	-
2002-1200	BA03 (E)	SECA	920	50	10	20	10	Areia

Grau de Floculação (g/100g)	Densidade (g/cm³)		Umidade (g/100g			PH		C.E. (dS/m)
	Global	Partícula	0,033 Mpa	1,5 MPa	Agua Útil	Agua	KCl	
50	1,37	2,58	3,04	2,20	0,84	6,1	-	0,29
71	1,35	2,51	8,70	7,15	1,55	5,6	-	0,62
50	1,41	2,70	2,89	1,92	0,97	6,3	-	0,15
-	1,33	-	16,29	9,98	6,31	5,7	-	0,32
50	1,53	2,70	2,33	1,77	0,56	6,2	-	0,11

Complexo Sortivo (Cmol$_c$/kg)										
Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	$H^{+} + Al^{3+}$	Al^{3+}	S	T	V (%)	M (%)	PST
1,50	1,30	0,04	0,16	0,33	0,05	3,0	3,3	91	2	1
3,80	3,00	0,15	0,22	1,32	0,10	7,2	8,5	85	1	2
1,50	1,30	0,05	0,14	0,33	0,00	3,0	3,3	91	-	1
8,00	2,90	0,17	0,20	2,64	0,05	11,3	13,9	81	1	1
1,00	0,90	0,02	0,07	0,16	0,00	2,0	2,1	95	-	1

C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	M O (g/kg)	P Assimilável (mg/kg)	Micronutrientes			
					Fe	Cu	Zn	Mn
4,56	0,46	10	7,86	25	23,1	0,2	1,7	34,1
9,42	0,95	10	16,24	91	28,7	0,2	1,8	42,5
3,24	0,33	10	5,59	132	17,6	0,1	0,6	17,1
-	-	-	-	26	28,4	0,2	2,8	38,5
1,80	0,18	10	3,10	15	18,2	0,3	0,7	6,2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SRH/FUNDAÇÃO CEARENCE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME

LABORATÓRIO DE SOLOS/ÁGUA

CAMPUS DO PICI – BLOCO 807 – CAIXA POSTAL 12168 – CEP 60021-970 – FORTALEZA – CE (Fones: 288-9689; FAX 288-9690).

INTERESSADO: PRODHAM / FUNCEME

PROCEDÊNCIA: Riacho Bananeiras	**LAT (UTM)**	**LONG (UTM)**	**PERFIL:**	**DATA:** 08/11/2002
(Seco)	9490140	456794		

RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO

Amostra	Horizonte		Composição Granulométrica (g/kg)					Classificação Textural
	Símbolo	Prof (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	
2002-1202	BA03 (F)	SECA	360	350	210	80	20	Franco arenosa
2002-1203	BA03 (G)	SECA	910	60	10	20	10	Areia
2002-1201	BA03 (H)	SECA	350	320	230	100	20	Franco arenosa

Grau de Floculação (g/100g)	Densidade (g/cm³)		Umidade (g/100g			PH		C.E. (dS/m)
	Global	Partícula	0,033 Mpa	1,5 MPa	Agua Útil	Agua	KCl	
75	1,30	2,48	13,72	8,45	5,27	5,6	-	0,24
50	1,40	2,56	2,15	1,31	0,84	6,0	-	0,11
80	1,35	2,55	14,97	9,14	5,83	5,0	-	0,26

Complexo Sortivo ($Cmol_c/kg$)										
Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	$H^{+} + Al^{3+}$	Al^{3+}	S	T	V (%)	M (%)	PST
5,50	1,50	0,12	0,14	2,64	0,10	7,3	9,9	74	1	1
0,90	0,60	0,02	0,05	1,33	0,05	1,6	2,9	55	3	1
6,40	2,00	0,12	0,24	4,29	0,15	8,8	13,0	68	2	1

C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	M O (g/kg)	P Assimilável (mg/kg)	Micronutrientes			
					Fe	Cu	Zn	Mn
19,44	1,95	10	33,51	24	28,0	0,2	2,5	23,7
1,86	0,19	10	3,21	9	15,0	0,3	1,6	5,2
21,42	2,15	10	36,93	32	35,3	0,2	3,7	36,5
					OBS: Amostra 1202 um pouco de mat. do topo da outra camada			

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SRH/FUNDAÇÃO CEARENCE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME

LABORATÓRIO DE SOLOS/ÁGUA

CAMPUS DO PICI – BLOCO 807 – CAIXA POSTAL 12168 – CEP 60021-970 – FORTALEZA – CE (Fones: 288-9689; FAX 288-9690).

INTERESSADO: PRODHAM / FUNCEME

PROCEDÊNCIA: Riacho Bananeiras	**LAT (UTM)**	**LONG (UTM)**	**PERFIL:**	**DATA:** 19/06/2002
(Úmido 1)	9490140	456794		

RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO

Amostra	Horizonte		Composição Granulométrica (g/kg)					Classificação Textural
	Símbolo	Prof (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	
2002-340	BA03 (A)	-	860	80	40	20	10	Areia
2002-341	BA03 (B)	-	650	200	100	50	20	Franco arenoso
2002-342	Ba03 (C)	-	260	420	220	100	30	Franco arenoso
2002-343	Ba03 (D)	-	860	110	30	20	10	Areia
2002-344	BA03 (E)	-	140	520	220	120	60	Franco arenoso

Grau de Floculação (g/100g)	Densidade (g/cm³)		Umidade (g/100g			PH		C.E. (dS/m)
	Global	Partícula	0,033 Mpa	1,5 MPa	Agua Útil	Agua	KCl	
50	1,36	2,62	3,42	2,80	0,62	7,2	-	0,25
60	1,49	2,57	8,79	3,34	5,45	6,7	-	0,33
70	1,35	2,51	23,73	7,02	16,71	7,1	-	0,17
50	1,40	2,66	2,47	1,79	0,68	6,8	-	0,64
50	1,25	2,51	24,74	8,50	16,24	6,9	-	0,14

Complexo Sortivo ($Cmol_c/kg$)										
Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	$H^{+} + Al^{3+}$	Al^{3+}	S	T	V (%)	M (%)	PST
2,00	1,20	0,04	0,11	0,16	0,00	3,3	3,5	94	-	1
5,10	1,60	0,07	0,18	0,82	0,00	6,9	7,8	88	-	1
1,30	1,10	0,04	0,08	0,00	0,00	2,5	2,5	100	-	2
7,90	2,00	0,11	0,26	1,32	0,00	10,3	11,6	89	-	1
1,00	0,60	0,03	0,07	0,00	0,00	1,7	1,7	100	-	2

C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	M O (g/kg)	P Assimilável (mg/kg)	Micronutrientes			
					Fe	Cu	Zn	Mn
3,72	0,37	10	5,44	89				
10,68	1,07	10	18,41	87	127,4	2,5	3,1	71,0
2,94	0,30	10	5,07	26				
20,76	2,08	10	35,79	27	141,8	2,8	4,0	78,7
2,82	0,28	10	4,86	18				

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SRH/FUNDAÇÃO CEARENCE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME

LABORATÓRIO DE SOLOS/ÁGUA

CAMPUS DO PICI – BLOCO 807 – CAIXA POSTAL 12168 – CEP 60021-970 – FORTALEZA – CE (Fones: 288-9689; FAX 288-9690).

INTERESSADO: PRODHAM / FUNCEME

PROCEDÊNCIA: Riacho Bananeiras (Úmido 1)	**LAT (UTM)**	**LONG (UTM)**	**PERFIL:**	**DATA:** 19/06/2002
	9490140	456794		

RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO

Amostra	Horizonte		Composição Granulométrica (g/kg)					Classificação Textural
	Símbolo	Prof (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	
2002-345	BA03 (F)	-	920	50	10	20	10	Areia
2002-346	BA03 (G)	-	460	300	170	70	20	Franco arenoso
2002-347	BA03 (H)	-	920	40	20	20	10	Areia

Grau de Floculação (g/100g)	Densidade (g/cm³)		Umidade (g/100g			PH		C.E. (dS/m)
	Global	Partícula	0,033 Mpa	1,5 MPa	Agua Útil	Agua	KCl	
50	1,44	2,62	2,05	1,51	0,54	6,5	-	0,65
71	1,39	2,70	19,83	5,52	14,31	6,7	-	0,12
50	1,35	2,62	2,98	1,67	1,31	5,8	-	0,36

Complexo Sortivo ($Cmol_c/kg$)										
Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	$H^{+} + Al^{3+}$	Al^{3+}	S	T	V (%)	M (%)	PST
10,90	1,70	0,15	0,25	3,96	0,00	13,0	16,9	77	-	1
0,60	0,60	0,03	0,04	0,00	0,00	1,3	1,3	100	-	2
7,80	2,10	0,13	0,21	3,79	0,05	10,2	14,0	73	1	1

C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	M O (g/kg)	P Assimilável (mg/kg)	Micronutrientes			
					Fe	Cu	Zn	Mn
38,52	3,86	10	66,41	22	181,2	2,2	4,6	75,6
3,42	0,34	10	5,89	9				
44,52	4,46	10	76,75	22	192,1	2,7	6,1	111,1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SRH/FUNDAÇÃO CEARENCE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME

LABORATÓRIO DE SOLOS/ÁGUA

CAMPUS DO PICI – BLOCO 807 – CAIXA POSTAL 12168 – CEP 60021-970 – FORTALEZA – CE (Fones: 288-9689; FAX 288-9690).

INTERESSADO: PRODHAM / FUNCEME

PROCEDÊNCIA: Rio Cangati – Canindé (Úmido 2)	**LAT (UTM)**	**LONG (UTM)**	**PERFIL:**	**DATA:** 18/06/2003
	9490140	456794		

RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO

Amostra	Horizonte		Composição Granulométrica (g/kg)					Classificação Textural
	Símbolo	Prof (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	
2003-207	BAB3 (A)	3º Coleta	570	230	150	50	10	Areia Franca
2003-208	BAB3 (B)	3º Coleta	650	180	130	40	10	Areia Franca
2003-209	BA03 (C)	3º Coleta	880	70	30	20	10	Areia
2003-210	BA03 (E)	3º Coleta	830	110	40	20	10	Areia

Grau de Floculação (g/100g)	Densidade (g/cm³)		Umidade (g/100g			PH		C.E. (dS/m)
	Global	Partícula	0,033 Mpa	1,5 MPa	Agua Útil	Agua	KCl	
80	1,40	2,63	12,66	5,79	6,87	6,9	-	1,21
75	1,32	2,57	13,84	7,10	6,74	7,3	-	1,30
50	1,43	2,63	2,52	1,80	0,72	7,2	-	0,22
50	1,42	2,62	2,42	1,75	0,67	6,7	-	0,18

Complexo Sortivo ($Cmol_c/kg$)										
Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	$H^{+} + Al^{3+}$	Al^{3+}	S	T	V (%)	M (%)	PST
6,40	2,40	0,10	0,97	0,82	0,0	9,9	10,7	92	-	1
5,80	2,80	0,11	1,27	0,33	0,0	10,0	10,3	97	-	1
1,40	1,20	0,02	0,06	0,16	0,0	2,7	2,8	96	-	1
1,40	1,00	0,02	0,05	0,16	0,0	2,5	2,6	96	-	1

C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	M O (g/kg)	P Assimilável (mg/kg)	Micronutrientes			
					Fe	Cu	Zn	Mn
18,96	1,90	10	32,69	103	343,44	1,64	3,62	184,18
18,36	1,84	10	31,65	108	328,65	1,25	4,89	304,14
2,82	0,29	10	4,86	17	272,78	2,03	2,31	18,55
2,52	0,26	10	4,34	17	210,34	1,79	4,15	16,42

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SRH/FUNDAÇÃO CEARENCE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME

LABORATÓRIO DE SOLOS/ÁGUA

CAMPUS DO PICI – BLOCO 807 – CAIXA POSTAL 12168 – CEP 60021-970 – FORTALEZA – CE (Fones: 288-9689; FAX 288-9690).

INTERESSADO: PRODHAM / FUNCEME

PROCEDÊNCIA: Rio Cangati – Canindé (Úmido 2)	**LAT (UTM)**	**LONG (UTM)**	**PERFIL:**	**DATA:** 18/06/2002
	9490143	456797		

RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO

Amostra	Horizonte		Composição Granulométrica (g/kg)					Classificação Textural
	Símbolo	Prof (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	
2003-211	BAO4 (B)	Úmido	630	210	130	30	10	Areia franca
2003-212	BAO4 (C)	Úmido	910	60	10	20	10	Areia

Grau de Floculação (g/100g)	Densidade (g/cm³)		Umidade (g/100g			PH		C.E. (dS/m)
	Global	Partícula	0,033 Mpa	1,5 MPa	Agua Útil	Agua	KCl	
67	1,41	2,59	13,43	5,32	8,11	7,0	-	0,28
50	1,45	2,78	1,95	1,46	0,49	7,0	-	0,34

Complexo Sortivo ($Cmol_c/kg$)										
Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	$H^{+} + Al^{3+}$	Al^{3+}	S	T	V (%)	M (%)	PST
5,10	4,60	0,11	0,15	0,82	0,0	10,0	10,8	92	-	1
1,40	1,30	0,04	0,04	0,49	0,0	2,8	3,3	85	-	1

C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	M O (g/kg)	P Assimilável (mg/kg)	Micronutrientes			
					Fe	Cu	Zn	Mn
10,92	1,10	10	18,83	84	417,19	1,56	5,52	361,69
2,16	0,22	10	3,72	9	285,93	1,99	2,61	15,84

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SRH/FUNDAÇÃO CEARENCE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME

LABORATÓRIO DE SOLOS/ÁGUA

CAMPUS DO PICI – BLOCO 807 – CAIXA POSTAL 12168 – CEP 60021-970 – FORTALEZA – CE (Fones: 288-9689; FAX 288-9690).

INTERESSADO: PRODHAM / FUNCEME

PROCEDÊNCIA: Cordões de Pedras Encosta/Direita	**LAT (UTM)**	**LONG (UTM)**	**PERFIL:**	**DATA:** 08/11/2002

RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO

Amostra	Horizonte		Composição Granulométrica (g/kg)					Classificação Textural
	Símbolo	Prof (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	
2003-213	B4ENA1	Encosta	510	320	130	40	10	Areia Franca
2003-214	B4ENA2	Encosta	440	360	160	40	20	Areia Franca
2003-215	B4ENA3	Encosta	530	330	100	40	20	Areia

Grau de Floculação (g/100g)	Densidade (g/cm³)		Umidade (g/100g			PH		C.E. (dS/m)
	Global	Partícula	0,033 Mpa	1,5 MPa	Agua Útil	Agua	KCl	
75	1,47	2,73	7,17	3,96	3,21	7,1	-	0,44
50	1,53	2,57	6,46	3,23	3,23	7,1	-	0,31
50	1,52	2,80	5,55	2,96	2,59	6,6	-	0,37

Complexo Sortivo ($Cmol_c/kg$)										
Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	$H^{+} + Al^{3+}$	Al^{3+}	S	T	V (%)	M (%)	PST
5,30	1,70	0,04	0,25	0,16	0,0	7,9	8,0	99	-	1
4,40	2,00	0,04	0,27	0,33	0,0	6,7	7,0	96	-	1
2,80	1,50	0,03	0,44	0,33	0,0	4,8	5,1	94	-	1

C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	M O (g/kg)	P Assimilável (mg/kg)	Micronutrientes			
					Fe	Cu	Zn	Mn
10,98	1,10	10	18,93	12	106,81	0,78	4,50	107,24
9,78	0,98	10	16,86	9	106,81	1,13	5,52	135,71
9,54	0,96	10	16,45	10	180,76	1,40	4,66	47,86

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SRH/FUNDAÇÃO CEARENCE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME

LABORATÓRIO DE SOLOS/ÁGUA

CAMPUS DO PICI – BLOCO 807 – CAIXA POSTAL 12168 – CEP 60021-970 – FORTALEZA – CE (Fones: 288-9689; FAX 288-9690).

INTERESSADO: PRODHAM / FUNCEME

PROCEDÊNCIA: Cordões de Pedra Encosta / Esquerda	**LAT (UTM)**	**LONG (UTM)**	**PERFIL:**	**DATA:** 08/11/2002

RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO

Amostra	Horizonte		Composição Granulométrica (g/kg)					Classificação Textural
	Símbolo	Prof (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	
2003-216	B4ENB1	Encosta	570	250	140	40	30	Areia Franca
2003-217	B4ENB2	Encosta	500	320	140	40	20	Areia Franca
2003-218	B4ENB3	Encosta	430	390	130	50	30	Areia Franca

Grau de Floculação (g/100g)	Densidade (g/cm³)		Umidade (g/100g			PH		C.E. (dS/m)
	Global	Partícula	0,033 Mpa	1,5 MPa	Agua Útil	Agua	KCl	
25	1,55	2,59	5,69	2,32	3,37	6,2	-	0,16
50	1,48	2,73	4,59	1,85	2,74	7,2	-	0,12
40	1,40	2,65	4,15	2,16	1,99	6,2	-	0,11

Complexo Sortivo ($Cmol_c/kg$)										
Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	$H^{+} + Al^{3+}$	Al^{3+}	S	T	V (%)	M (%)	PST
2,60	2,00	0,03	0,19	0,99	0,05	4,8	5,8	83	1	1
1,80	1,20	0,02	0,15	0,49	0,0	3,2	3,7	86	-	1
1,00	1,30	0,05	0,11	0,99	0,05	3,5	4,4	79	1	1

C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	M O (g/kg)	P Assimilável (mg/kg)	Micronutrientes			
					Fe	Cu	Zn	Mn
4,74	0,48	10	8,17	4	254,70	1,75	3,15	31,44
3,90	0,40	10	6,72	2	151,18	1,48	2,18	43,02
3,78	0,38	10	6,52	2	279,35	1,29	11,56	32,17

ANEXO II - Mapas