

EFEITOS DO MANEJO DA VEGETAÇÃO SOBRE PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO

POR

PAULO FERNANDO DA SILVA MARTINS

Dissertação apresentada ao Departamento de Engenharia Agrícola e Edafologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de "Mestre em Ciência do Solo".

Fortaleza, Ceará

Fevereiro - 1979

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

A presente dissertação, elaborada pelo Engenheiro Agrônomo PAULO FERNANDO DA SILVA MARTINS, sob o título "EFEITOS DO MANEJO DA VEGETAÇÃO SOBRE PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO" foi aprovada na forma dos artigos 98 e 99 das Normas para os Cursos de Pós-Graduação, Especialização e Aperfeiçoamento da Universidade Federal do Ceará.

Fortaleza,

Prof. MARDONIO AGUIAR COELHO
- orientador -

Prof. JOSÉ MATIAS FILHO

Prof. FRANCISCO OCÍAN BASTOS MOTA

Prof. LUIS CARLOS UCHÔA SAUNDERS

À meus pais,
pelos sacrifício em meu favor

À minha esposa,
pelo apoio que me concede

À meus irmãos,
pela amizade e compreensão.

À minha filha, NATÁLIA.

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos as seguintes pessoas e instituições:

- Ao Prof. Dr. MARDONIO AGUIAR COELHO pela orientação e atenção que sempre dispensou.
- Aos Profs. Dr. JOSÉ MATIAS FILHO, Dr. LUIS CARLOS UCHÔA SAUNDERS, Dr. FRANCISCO OCIAN BASTOS MOTA e Dr. ELDER GURGEL SOUZA MOREIRA, pelas sugestões na fase de redação do trabalho.
- Ao Prof. Dr. JOÃO AMBRÓSIO DE ARAÚJO FILHO, pelas facilidades concedidas na fase de trabalho de campo.
- À Profa. Dra. NATALINA TUMA DA PONTE pelo empenho para que o autor fizesse o mestrado.
- À FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.
- À UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ pelo treinamento recebido.
- Ao PROGRAMA DE ENSINO AGRÍCOLA SUPERIOR - PEAS - pela bolsa de estudos concedida.
- Ao BANCO DO NORDESTE DO BRASIL S.A. pela ajuda financeira na execução deste trabalho.
- A todos aqueles que de algum modo contribuíram para a elaboração deste trabalho.

CONTEÚDO

	<u>Página</u>
LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	xi
1. - RESUMO	1
2. - INTRODUÇÃO	3
3. - REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1. - Considerações sobre os solos e sua utilização	5
3.2. - Influência da vegetação e do pastejo sobre as propriedades físicas do solo	9
3.3. - Propriedades físicas do solo	13
3.3.1. - Retenção da água no solo	13
3.3.2. - Movimento da água no solo	15
3.3.3. - Compactação do solo	16
3.3.4. - Agregação do solo	18
4. - MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1. - Caracterização das áreas em estudo	20
4.2. - Solos	22
4.3. - Sistemas de manejo da vegetação.....	23
4.4. - Amostragem	23
4.5. - Métodos de análise	25
4.6. - Delineamento experimental	26
5. - RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1. - Retenção da água no solo	28
5.2. - Movimento da água no solo	45
5.3. - Compactação do solo	47
5.4. - Agregação do solo	56

	<u>Página</u>
6. - CONCLUSÕES	64
7. - SUMMARY	66
8. - LITERATURA CITADA	68
8. - APENDICES	76
Apendice 1 - Descrições dos perfis de solo e resultados de análises	77
Apendice 2 - Quadros das análises da variância	84

LISTA DE QUADROS

<u>Quadro</u>		<u>Página</u>
1	Conteúdos de água em % de volume, a diferentes tensões, obtidos na Área 1 (Quixadá) sob cinco sistemas de manejo da vegetação (médias de 3 repetições)	34
2	Conteúdos de água em % de volume, a diferentes tensões, obtidos na Área 2 (Irauçuba) sob cinco sistemas de manejo da vegetação (médias de 3 repetições)	38
3	Valores de Densidade do solo (Ds), Porosidade total (Pt), Macroporosidade (Mp), Microporosidade (mp) e Capacidade de água disponível (CAD) obtidos na Área 1 (Quixadá) sob cinco sistemas de manejo da vegetação (médias de 3 repetições).....	39
4	Valores de Densidade do solo (Ds), Porosidade total (Pt), Macroporosidade (Mp), Microporosidade (mp) e Capacidade de água disponível (CAD) obtidos na Área 2 (Irauçuba) sob cinco sistemas de manejo da vegetação (médias de 3 repetições)....	40
5	Percentagens de Matéria orgânica, Areia, Silte e Argila obtidas na Área 1 (Quixadá) sob cinco sistemas de manejo da vegetação (médias de 3 repetições)	41
6	Percentagens de Matéria orgânica, Areia, Silte e Argila obtidas na Área 2 (Irauçuba) sob cinco sistemas de manejo da vegetação (médias de 3 repetições)	42
7	Valores de Capacidade de água disponível determinados na Área 1 (Quixadá) (médias de 3 repetições)	43

<u>Quadro</u>	<u>Página</u>	
8	Valores de Capacidade de água disponível determinados na Área 2 (Irauçuba) (médias de 3 repetições).....	44
9	Percentagem de Agregados - em duas classes de tamanho - e valores do Diâmetro Médio Ponderal e da Condutibilidade hidráulica do solo saturado obtidos na Área 1 (Quixadá) sob cinco sistemas de manejo da vegetação (médias de 6 repetições)	48
10	Percentagem de Agregados - em duas classes de tamanho - e valores do Diâmetro Médio Ponderal e da Condutibilidade hidráulica do solo saturado obtidos na Área 2 (Irauçuba) sob cinco sistemas de manejo da vegetação (médias de 6 repetições)	49
11	Correlações entre várias propriedades físicas determinadas na Área 1 (Quixadá) e na Área 2 (Irauçuba)	50
12	Distribuição de Poros por tamanho obtida na Área 1 (Quixadá) sob cinco sistemas de manejo da vegetação (médias de 3 repetições)	55
13	Distribuição de Poros por tamanho obtida na Área 2 (Irauçuba) sob cinco sistemas de manejo da vegetação (médias de 3 repetições)	60
14	Valores de Biomassa obtidos na estação seca de 1978, na Área 1 (Quixadá) e na Área 2 (Irauçuba), submetidas a cinco sistemas de manejo da vegetação (15 repetições)	61

LISTA DE QUADROS — Apendice 2

<u>Quadro</u>	<u>Página</u>	
A1	Análise da variância dos valores de Densidade do solo e Porosidade total obtidos na Área 1 (Quixadál sob cinco sistemas de manejo da vegetação ..	85
A2	Análise da variância dos valores de Macroporosidade, Microporosidade e Capacidade de água disponível obtidos na Área 1 (Quixadál sob cinco sistemas de manejo da vegetação	86
A3	Análise da variância dos valores de Densidade do solo (Ds), Porosidade total (Pt), Macroporosidade (Mp), Microporosidade (mp) e Capacidade de água disponível (CAD) obtidos na Área 2 (Irauçubal) sob cinco sistemas de manejo da vegetação ..	87
A4	Análise da variância dos valores percentuais de Matéria orgânica, Areia, Silte e Argila, e do Diâmetro médio ponderal (MWD) obtidos na Área 1 (Quixadál sob cinco sistemas de manejo da vegetação.	88
A5	Análise da variância dos valores percentuais de Matéria orgânica, Areia, Silte e Argila obtidos na Área 2 (Irauçubal) sob cinco sistemas de manejo da vegetação	89
A6	Análise da variância dos valores de Percentagem de agregados de 0,21 - 2,0 mm, Percentagem de agregados de 2,0-8,0mm e Condutibilidade hidráulica do solo saturado obtidos na Área 1 (Quixadál sob cinco sistemas de manejo da vegetação	90
A7	Análise da variância dos valores de Diâmetro médio ponderal (MWD), Percentagem de agregados de 0,21 - 2,0mm, Percentagem de agregados de 2,0 - 8,0mm e Condutibilidade hidráulica do solo satu-	

Quadro

Página

	rado obtidos na Área 2 (Irauçuba) sob cinco sis- temas de manejo da vegetação	91
A8	Análise da variância dos valores de Biomassa ob- tidos na Área 1 (Quixadá) e na Área 2 (Irauç- uba)	92

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	Curva característica da água do solo a baixas tensões - Área 1 (Quixadá), 0-4cm de profundidade.	30
2	Curva característica da água do solo a baixas tensões - Área 1 (Quixadá), 4-8cm de profundidade.	31
3	Curva característica da água do solo a baixas tensões - Área 1 (Quixadá), 8-12cm de profundidade.	32
4	Curva característica da água do solo a baixas tensões - Área 1 (Quixadá), 12-16cm de profundidade	33
5	Curva característica da água do solo a baixas tensões - Área 2 (Irauçuba), 0-4cm de profundidade	36
6	Curva característica da água do solo a baixas tensões - Área 2 (Irauçuba), 4-8cm de profundidade	37
7	Distribuição percentual de poros por tamanho na Área 1 (Quixadá) sob os sistemas: a) Testemunha e b) Fogo	52
8	Distribuição percentual de poros por tamanho na Área 1 (Quixadá) sob os sistemas a) Fogo + Herbicida e b) Fogo + Destocamento	53
9	Distribuição percentual de poros por tamanho na Área 1 (Quixadá) sob o sistema Pastejo	54
10	Distribuição percentual de poros por tamanho na Área 2 (Irauçuba) sob os sistemas a) Testemunha e b) Fogo	57
11	Distribuição percentual de poros por tamanho na Área 2 (Irauçuba) sob os sistemas a) Fogo + Herbicida e b) Fogo + Destocamento	58
12	Distribuição percentual de poros por tamanho na Área 2 (Irauçuba) sob o sistema Pastejo.....	59

1. - RESUMO

Foram estudados, em duas áreas do Estado do Ceará, os efeitos de sistemas de manejo da vegetação nativa, incluindo o uso do fogo, aplicação de herbicida, destocamento e pastejo contínuo, sobre as propriedades físicas do solo. As áreas estão localizadas nos municípios de Quixadá e Irauçuba, nas quais ocorrem em associação os solos Solonetz Solodizado e Planosol Solódico.

Foram utilizadas amostras não deformadas, em torrões e destorroadas, coletadas nas profundidades de 0-8 cm e 8-16 cm, em Quixadá, e 0-8 cm, em Irauçuba. As avaliações foram realizadas através das seguintes propriedades: matéria orgânica, densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade, distribuição de poros por tamanho, capacidade de água disponível, curva característica da água, condutibilidade hidráulica do solo saturado e tamanho de agregados estáveis em água.

O delineamento experimental usado foi o inteiramente casualizado com três e seis repetições. Em Quixadá utilizou-se parcelas sub-divididas para a maioria das propriedades e em Irauçuba para algumas.

Os resultados obtidos permitiram verificar que os sistemas de manejo da vegetação provocaram efeitos estatísti-

camente diferentes sobre as propriedades físicas do solo em Quixadá. O aumento da incidência da vegetação herbácea verificado sob os sistemas onde o estrato arbustivo/arbóreo foi controlado pela ação do fogo, aplicação de herbicida e destocamento, em relação ao sistema submetido a pastejo contínuo, acarretou efeitos positivos sobre as propriedades físicas do solo. Todavia não superou os efeitos provocados pela vegetação em condições naturais.

Em Iraçuba os efeitos dos sistemas de manejo praticamente não foram diferentes estatisticamente, o que pode ser atribuído ao menor desenvolvimento da vegetação condicionada pela espessura e ocorrência de cascalho no horizonte A e pelo clima.

2. - INTRODUÇÃO

Para se obter boas produções agrícolas o solo deve possuir propriedades químicas e físicas favoráveis ao desenvolvimento das plantas. Além de servir como fonte de nutrientes, água e ar, que são fatores indispensáveis aos seres vivos, é também o suporte de fixação dos vegetais e como tal o regulador da utilização dos citados fatores.

Os solos que ocorrem no pediplano sertanejo do Nordeste brasileiro apresentam, do ponto de vista físico, várias limitações ao aproveitamento agrícola. Em consequência de terem sido formados sob condições de rebaixamento e aplainamento da superfície original, apresentam-se, em geral, rasos e com grande incidência de fragmentos grosseiros de rochas, tanto na superfície como no interior do perfil (SUDENE, 1967).

Entre esses solos encontram-se as classes Solonetz Solodizado e Planosol Solódico, que, além das limitações devidas à profundidade e pedregosidade, geralmente possuem outras propriedades físicas adversas ao desenvolvimento das plantas, tais como, permeabilidade lenta, drenagem imperfeita e alta susceptibilidade à erosão. Possuem médio a alto teor de Na^+ no horizonte B limitando o desenvolvimento do sistema radicular que fica praticamente restrito ao horizonte A, geralmente pouco espesso, arenoso e ácido. (JACOMINE et alii, 1973).

Tais solos, em decorrência de suas características, não são em sua maioria cultivados e a exploração econômica nas áreas onde ocorrem resume-se ao extrativismo vegetal e ao uso da vegetação nativa na pecuária extensiva, realizada de modo precário pela utilização excessiva das pastagens, em detrimento da regeneração do estrato herbáceo, e pelo pisoteio intenso (SERRES, 1976).

As tentativas de tornar estes solos mais produtivos devem, inicialmente, restringir-se ao melhoramento das características físicas e químicas do horizonte A, já que modificações significativas dos horizontes B e C são menos viáveis devido às suas características adversas.

Os efeitos dos sistemas de manejo da vegetação sobre as propriedades físicas do solo são importantes porque afetam a disponibilidade de água, a resistência à erosão e, conseqüentemente, a capacidade de suporte das pastagens. Contudo não foram ainda estudados.

Visando, entre outros objetivos, verificar os efeitos da remoção do estrato arbustivo/arbóreo sobre o desenvolvimento da vegetação herbácea, foi instalado em áreas localizadas nos municípios de Quixadá e Irauçuba, no ano de 1971, um experimento para testar alguns sistemas de manejo da vegetação incluindo uso do fogo, aplicação de herbicida, destocamento e pastejo contínuo.

Após 7 anos de aplicação dos sistemas de manejo da vegetação, o presente trabalho foi desenvolvido com os seguintes objetivos; a) Avaliar o efeito do manejo da vegetação através do aumento da incidência do estrato herbáceo e do tráfego animal sobre as propriedades físicas do solo; b) Fornecer subsídios para a escolha de práticas de manejo adequadas ao melhoramento e/ou conservação das propriedades físicas dos solos estudados; c) Obter dados sobre características físicas de Solonetz Solodizado e Planosol Solódico; d) Verificar correlações entre propriedades físicas do solo; e e) Eleger metodologia adequada à avaliação dos efeitos do manejo da vegetação.

3. - REVISÃO DE LITERATURA

3.1. - Considerações sobre os solos e sua utilização

A pecuária na região Nordeste do Brasil ocupa 54,20% da área total utilizada agricolamente, e os dados comparativos dos Censos de 1940 e 1960 indicam que houve um acréscimo no percentual de terras utilizadas. Segundo SILVA (1977) estas terras provavelmente foram destinadas à pastagens pois o seu aumento foi acompanhado pelo crescimento do rebanho bovino da ordem de 150%.

A unidade regional Sertão é caracterizada por um clima semi-árido e pela vegetação de caatinga, onde a criação extensiva é a atividade mais difundida e predominante. Nos sertões centrais do Estado do Ceará a concentração do rebanho bovino chega a atingir índice superior a 73. Todavia a alimentação do gado é feita praticamente em regime exclusivo de pastejo direto para todas as atividades de criação e os pastos nativos, muito utilizados, apresentam baixo valor nutritivo, principalmente na estação seca. A irregularidade na distribuição das chuvas e, em algumas áreas, os baixos índices pluviométricos refletem-se na disponibilidade das pastagens e na capacidade de suporte (10 a 15 ha por cabeça) que são agravados pela carência de pesquisas e técnicas de manejo das pastagens nativas e artificiais (SILVA, 1977).

Além das limitações de ordem bio-climáticas ao desenvolvimento da pecuária e da agricultura em geral, existem restrições impostas pelos próprios solos que ocorrem no Sertão.

Extensas superfícies cobertas por material pedimentar resultante de processos erosivos intensos de rebaixamento e aplainamento do relevo, abrigam solos oriundos do revolvimento, lavagem e transporte. A fração fina do solo foi eliminada restando um horizonte arenoso com a presença de matações na superfície. No interior do perfil evidencia-se a presença de seixos pouco rolados (SUDENE, 1967). A ocorrência dos fragmentos de rocha na superfície e em profundidade por si só trazem restrições ao aproveitamento agrícola, tanto pelas dificuldades ao trabalho com máquinas como pelo impedimento ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas. Contudo, outras características se aliam a esta, agravando ainda mais a problemática da utilização dos solos. São elas: a acidez, o baixo teor de matéria orgânica, a pequena espessura do horizonte A e a impermeabilidade do horizonte B, resultante dos processos de solonização e solodização. Dentre esses solos encontram-se o Solonetz Solodizado e o Planosol Solódico.

O Solonetz solodizado se distribui dispersadamente por todo o Estado do Ceará, excluindo as zonas fisiográficas do Cariri, Pereiro e Ibiapaba, e ocupa cerca de 5,8% da área total do Estado, abrangendo principalmente o pediplano nos trechos rebaixados e dessecados que acompanham os cursos d'água. O Planosol Solódico abrange cerca de 10% da área do Estado, à exceção das zonas fisiográficas da Ibiapaba, Araripe e Cariri, e quase sempre ocorre influenciado superficialmente por uma delgada cobertura de material pedimental. (JACOMINE *et alii*, 1973).

O Solonetz Solodizado está incluído, segundo a classificação de THORP & SMITH (1949), na sub ordem dos solos Halomórficos e o Planosol Solódico na sub ordem dos Hidromórfi-

cos porém com algumas características de halomorfismo evidenciadas pelo teor de Na^+ .

Os solos Hidromórficos e Halomórficos se desenvolvem sob condições de drenagem imperfeita. Os solos Halomórficos, sob o aspecto químico, incluem os solos salinos, sódicos e salino-sódicos caracterizados por RICHARDS (1954). Segundo De Sigmond, citado por CARVALHO (1960) correspondem a quatro fases de formação - salinização, alcalinização, dessalinização e degradação.

O Solonetz Solodizado e o Planosol Solódico estão compreendidos entre as fases de dessalinização e degradação, onde os processos de solonização e solodização são evidentes. Possuem geralmente horizonte A fraco e horizonte B textural que no caso do Solonetz Solodizado também é nátrico. Apresentam horizonte A com estrutura em grãos simples, maciça pouco a muito pouco coesa ou fraca pequena granular, geralmente pouco espesso, arenoso, ácido e com baixo a médio teor de matéria orgânica. O horizonte B possui estrutura forte ou moderada, prismática ou colunar, composta de média a grande blocos angulares e/ou subangulares. São rasos e moderadamente profundos, bem diferenciados e com sequência de horizontes A, B_t , C. A profundidade do $A+B_t$ varia de 20 a 100cm no primeiro e de 35 a 120cm no segundo, a transição do A para o B é abrupta e clara e o gradiente textural varia de 3 a 10,4. São imperfeitamente ou mal drenados, apresentam baixa permeabilidade, são muito susceptíveis à erosão e possuem reação ácida a praticamente neutra no horizonte A e praticamente neutra a alcalina no B_t e C, os quais apresentam altos valores S e V (JACOMINE et alii, 1973).

O horizonte B_t do Solonetz solodizado é nátrico ou solonetzico, possuindo uma saturação com Na trocável igual ou maior que 15% que pode ficar restrita ao C, caso a soma de Mg e Na trocáveis seja superior a soma de Ca, Al e H trocáveis. O Planosol Solódico apresenta de 6 a 15% de saturação com Na trocável no horizonte B.

Ambos são originados principalmente de gnaise e migmatito do Pré-Cambriano Indiviso, de micaxisto do Pré-Cambriano (A) e de Plutônicas Ácidas. (JACOMINE et alii, 1973) Ocorrem geralmente em relêvo plano ou suave ondulado.

A espessura do horizonte A, em muitos casos, dita a utilização dos solos. Os solos com horizonte A de pequena espessura são destinados a pastagem nativa pois, em virtude da presença do horizonte B impermeável, é a espessura do horizonte A que determina, na estação chuvosa, a suficiência de aeração para o desenvolvimento das plantas não adaptadas. Segundo MELO (1966), o próprio agricultor, baseado em sua experiência, destina as culturas de algodão, feijão, mandioca e palma aos solos nos quais a espessura do horizonte A atinge aproximadamente 80 cm. JACOMINE et alii (1966) situam este limite entre 40 e 50 cm.

Outro fator muito relacionado à utilização é a compactação da superfície arenosa dos solos pela ação da chuva, o que impede a infiltração e o conseqüente armazenamento da água, além de dificultar a germinação das sementes das ervas (SERRES, 1976).

Programas de pesquisas visando o melhoramento das caatingas no Nordeste foram sugeridos. Entre outras disposições aponta-se a reconstituição de uma cobertura de gramíneas destinada ao fornecimento de alimento aos rebanhos, e a limitação da erosão em lençol. As medidas principais seriam a retirada dos pequenos arbustos por desmatamento manual para favorecer o desenvolvimento das gramíneas, e o melhoramento da infiltração da água no solo através da passagem de escarificador leve e em curva de nível. Desta forma ter-se-ia assegurado o aumento da capacidade de suporte. (SERRES, 1976).

O Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFC vem desenvolvendo, desde 1971, vários programas de pesquisa nesta área incluindo projetos de melhoramento

de pastagens nativas, controle de invasores, efeito de pastejo, pastoreio rotativo protelado, aração para bovinos em épocas críticas e introdução de forrageiras (UFC 1970).

Pelas dificuldades expostas observa-se a necessidade de pesquisas sobre o manejo da vegetação nativa e seus efeitos sobre as propriedades do solo. Todavia a literatura concernente ao assunto é escassa.

3.2. - Influência da vegetação e do pastejo sobre as propriedades físicas do solo.

A vegetação produz efeitos sobre a estrutura, porosidade, retenção e movimento de água do solo, além de protegê-lo contra a ação erosiva da chuva e do vento. Sua ação mais direta faz-se sentir sobre a estrutura do solo tanto pela ação mecânica do sistema radicular como por produzir resíduos que constituem fonte de energia para a atividade microbiana e grande parte da matéria-prima para a formação do húmus. Em consequência do crescimento as raízes provocam pressões sobre as partículas do solo que lhes são adjacentes contribuindo para a formação de unidades estruturais. Como fonte de energia a vegetação propicia o desenvolvimento de microorganismos responsáveis pela união mecânica dos agregados, através dos seus micélios, e processadores dos numerosos compostos que darão origem aos polissacarídeos e ácidos húmicos, efetivos agentes de cimentação das partículas do solo na formação da estrutura (BAVER et alii, 1973). LOW (1955) refere-se ao efeito da ação mecânica do sistema radicular na junção das partículas de areia e verificou que os agregados formados em solos com baixo conteúdo em areia fina foram relativamente mais estáveis em água, porém, mecanicamente fracos.

A influência das plantas sobre as propriedades físicas do solo depende, dentre outros fatores, da espécie vegetal. FREIRE (1974) refere-se a resultados encontrados por Sel-

livanov onde a vegetação herbácea condicionou agregação mais estável do que a observada em solos cultivados com tubérculos e cereais. Entre as plantas herbáceas tem sido destacadas as leguminosas e as gramíneas como as mais eficientes no desenvolvimento da estrutura do solo (WILSON, 1957; Ragimov e Greenland citados por FREIRE, 1974).

A eficiência das gramíneas no desenvolvimento e conservação da estrutura deve-se à cobertura uniforme que proporciona ao solo, e aos processos de secamento e umedecimento alternados do material do solo causados pelo seu abundante sistema radicular (HUDSON, 1971; BAVER et alii, 1973).

HÉNIN (1976) referindo-se à eficiência de gramíneas na regeneração da estrutura de solos degradados pelo cultivo relata que a quantidade de agregados com diâmetro menor que 3 mm, a densidade e a porosidade foram relacionados positivamente com a densidade do sistema radicular em um solo com 30% de argila. A mesma relação não foi observada em outro solo contendo 12% de argila, considerando que ambos possuíam alto teor de silte.

LOW (1955) verificou que o melhoramento de solos cultivados por longo tempo apresenta relação com a composição granulométrica. Mudanças na estrutura ocorreram mais rapidamente em solos com alto conteúdo em areia grossa e argila que em solos com conteúdo médio de argila e alto conteúdo de areia fina e/ou silte.

Segundo Bui Huu Tri & Monnier citados por HÉNIN (1976) o efeito do sistema radicular das gramíneas na formação de agregados maiores que 10 mm é menos pronunciado existindo mesmo relação negativa entre o tamanho médio dos agregados e a densidade do sistema radicular, sendo os efeitos relativamente mais pronunciados nos solos arenosos.

WILSON (1957) pesquisando os efeitos da vegetação sobre a agregação do solo procedeu a comparação entre áreas

vegetada e não vegetada de solos revolvidos pela exploração de carvão mineral, e área não explorada. A percentagem de a agregados diminuiu na seguinte ordem: área não explorada, área vegetada e área não vegetada. Resultados idênticos quanto à comparação de parcelas vegetada e não vegetada foram encontrados por FREIRE (1974) em experimento no qual foram avaliados também os efeitos do preparo do solo, da adição de matéria orgânica e adubo, tendo concluído que: a agregação foi consistentemente aumentada pelos tratamentos que incluíam vegetação mesmo em associação com os outros tratamentos; a interação vegetação/adubação mostrou-se significativa porém inferior ao efeito da adubação isoladamente; o efeito positivo da vegetação suplantou o efeito desfavorável do preparo do solo.

Estudando a influência do manejo do solo e da vegetação nas características químicas e físicas de latossolos do Nordeste e Sudeste do Brasil, MELLO NETTO (1978) constatou efeitos mais pronunciados nos solos de textura argilosa que nos de textura média, sendo estes efeitos também dependentes da variação textural entre os horizontes. A substituição da vegetação natural primitiva por vegetação secundária nos solos de textura média ocasionou modificações na microporosidade que tendeu a aumentar na camada de 0 - 20 cm e diminuir na camada de 20 - 40 cm, onde ocorreu redução da capacidade de água disponível. Estas modificações refletem, segundo o referido autor, os efeitos da erradicação da vegetação primitiva, do revolvimento do solo e da percolação da água, na degradação da estrutura do solo. A comparação entre o solo com vegetação natural e o solo sem vegetação acusou uma diminuição na microporosidade da camada inferior (20 - 40 cm) do solo sem vegetação, além da diminuição na capacidade de água disponível.

Mesmo nas regiões semi-áridas, durante a estação das chuvas, o efeito do pisoteio dos animais, especialmente bovinos, pode acarretar sérias modificações na porosidade e estrutura dos horizontes superficiais do solo. Os danos causa

dos por este processo dependem sobretudo da intensidade de pisoteio e das características físicas do solo. Os solos imperfeitamente drenados, que contêm pequena quantidade de poros grandes, saturam rapidamente e são mais susceptíveis aos efeitos do pisoteio.

GRADWELL (1974) encontrou boa correlação entre o volume de poros drenados a 0,05 atm e a resistência ao pisoteio e apontou como causa a influência do conteúdo de ar sobre a resistência à compressão.

Os efeitos negativos das pressões exercidas pela pata dos animais é maior nos solos de grande porosidade provocada pela prática de aradura (HÉNIN, 1976). Essas pressões provocam modificações na estrutura do solo e ocorrem mais intensamente quando o solo está muito seco ou muito úmido (ANDERSON, 1974). As condições físicas da superfície do solo são afetadas por diferentes níveis de pastejo através da remoção da vegetação e da compactação que causam, sendo que esta ocorre mais lentamente, e tende a desaparecer após ciclos de umedecimento e secamento (RAUZI & SMITH, 1973).

A infiltração da água no solo e o desenvolvimento do sistema radicular foram usados como parâmetros na avaliação dos efeitos do pastejo sobre o solo e a vegetação. RAUZI & SMITH (1973) estudaram os efeitos de três níveis de pastejo; baixo, moderado e pesado; sobre a infiltração da água em dois tipos de solos. Observaram que em solo franco arenoso a taxa de infiltração, após 15 minutos, nos níveis baixo e moderado foram significativamente maiores que no nível pesado, mas não diferiam entre si. Resultado semelhante foi observado em solo de textura franca, porém, para os tempos de 30 e 60 minutos. SMITH (1967) verificou que o sistema radicular foi influenciado por três diferentes níveis de pastejo. A penetração, o peso, o número de ramificações e a quantidade relativa das raízes das espécies desejáveis decresceram com o aumento do nível de pastejo.

TROMBLE et alii (1974) comparando os efeitos do tipo de cobertura vegetal e pastejo sobre o solo verificaram que a taxa de infiltração decresceu na seguinte ordem: solo coberto com vegetação herbácea, solo sob gramíneas não pastejado e solo sob gramíneas com pastejo. Observaram também que a presença de cascalho no solo foi correlacionada negativamente com a taxa de infiltração.

3.3. - Propriedades físicas do solo

Os efeitos do manejo da vegetação e do pastejo fazem-se sentir mais diretamente sobre as características relacionadas à estrutura do solo tais como retenção e movimento de água, agregação e estabilidade dos agregados, e compactação. São mais pronunciados nas camadas superficiais do solo devido à influência da vegetação e das pressões exercidas sobre a superfície.

3.3.1. - Retenção da água no solo

A Curva característica da água do solo, representada pela relação entre o conteúdo de água e o potencial matricial, expressa com mais precisão as características de retenção da água no solo. É de capital importância na economia da água, especialmente na faixa das baixas tensões onde a influência da estrutura é mais pronunciada.

Em termos de utilização da água pelas plantas é importante a determinação da capacidade de água disponível, definida como a quantidade de água retida entre a capacidade de campo e o ponto de murchamento. Todavia a disponibilidade de água para as plantas não é função apenas das características do solo, mas depende de condições atmosféricas, da espécie e do estágio de desenvolvimento da planta (REICHARDT, 1975). A capacidade de campo é geralmente considerada como o limite su

perior da faixa de água disponível. Segundo VEIHMEIER & HENDRICKSON (1931) corresponde à umidade do solo após o excesso de água haver drenado e o movimento descendente tornar-se desprezível. Esta conceituação é considerada arbitrária (REICHARDT, 1975) pois além da influência do sistema solo-atmosfera não se pode afirmar precisamente quando o movimento da água cessou ou tornou-se desprezível. Contudo tem-se procurado, para fins práticos, encontrar determinações de laboratório que possam expressar este parâmetro e, diversos pontos de equilíbrio da curva característica de água no solo, notadamente os correspondentes a 0,05, 0,06, 0,1, 0,2 e 0,33 atm tem sido sugeridos (FRANZMEIER *et alii*, 1960; THOMASSON & ROBSON, 1967; SALTER & WILLIAMS, 1966; GRADWELL, 1968; PETERSEN *et alii*, 1968; OLIVEIRA & MELO, 1971; RIVERS & SHIPP, 1972). O conteúdo de água do solo em equilíbrio com uma tensão de 0,33 atm é uma determinação de rotina em laboratório e tem sido usado na comparação de resultados que relacionam a capacidade de água disponível com outros parâmetros (PETERSEN *et alii*, 1968; MELLO NETTO, 1978). O ponto de murchamento é a percentagem de água que o solo ainda possui quando há o murchamento das plantas e elas não recuperam mais a turgescência quando cessa a transpiração; corresponde portanto ao limite inferior da faixa de água disponível. Vários pesquisadores tem encontrado correlações estreitas entre o ponto de murchamento e o conteúdo de água à tensão de 15 atm (RICHARDS & WEAVER, 1943, OLIVEIRA & MARTINS, 1966).

JAMISON & KROTH (1958) estudando solos predominantemente siltosos verificaram que a capacidade de água disponível decrescia com o teor de argila e aumentava com o teor de silte e matéria orgânica. LUND (1959) encontrou, em solos aluviais, correlação positiva significativa entre o teor de silte e água disponível e correlação negativa significativa entre areia e água disponível. Resultados idênticos foram encontrados por PETERSEN *et alii* (1968) que verificaram ainda cor-

relação negativa entre o teor de argila e água disponível. COELHO (1971) trabalhando com solos aluviais, chegou a resultados idênticos em relação ao silte.

PETERSEN et alii (1968) encontraram correlação estreita entre a densidade do solo e o teor de água a 1/3 atm. O teor de carbono orgânico foi associado ao conteúdo de água a 15 atm, mas não ao teor à 1/3 atm.

HILL & SUMNER (1967) estudando solos de NATAL (USA) verificaram que o aumento da densidade do solo resultava em um aumento da quantidade de água retida a um potencial matricial constante em solos arenosos e uma diminuição nos solos franco arenosos e franco argilo arenosos, a baixas tensões. Consideraram que os efeitos da densidade sobre as características hídricas devem-se à diferença na geometria e distribuição da porosidade.

ARCHER & SMITH (1972) verificaram que solos de textura grosseira podem ter a capacidade de água disponível melhorada pelo aumento da densidade, devendo-se cuidar porém que a capacidade de ar permaneça sobre limites aceitáveis de 10% a 15% a 0,05 atm de tensão.

3.3.2. - Movimento da água no solo

O movimento da água do solo se processa através de fluxo saturado e não saturado. O movimento de água no solo não saturado é relevante na consideração da absorção da água pelas raízes e da redistribuição no perfil, e o fluxo da água no solo saturado tem maior importância na avaliação da drenagem do perfil, infiltração da água através da superfície, perdas por deflúvio superficial e risco de erosão, além de ser o mais afetado pelas mudanças da estrutura do solo.

O movimento da água no solo saturado é avaliado através da condutibilidade hidráulica do solo saturado e da distribuição de poros por tamanho (SMITH et alii, 1944).

A condububilidade hidráulica representa a velocidade de percolação da água através da secção de um meio poroso. Qualitativamente ela representa a capacidade que o meio poroso tem de transmitir a água e sua magnitude está associada às características do meio - porosidade total, distribuição de poros por tamanho - e à densidade e viscosidade da água. (HILLEL, 1970). Relaciona-se positivamente com a macroporosidade (LUND, 1959; MANSON, et alii 1967; OLIVEIRA, 1967; COELHO, 1971), que é considerada como correspondente ao volume de poros drenados a uma determinada tensão que varia dentro de certos limites. Tensões correspondentes à 40, 50 ou 60 cm de coluna d'água tem sido utilizadas (ANDERSON & BROWNING, 1949; NELSON & BAVER, 1940; LEAMER & SHAW, 1941).

A condutibilidade hidráulica do solo é um dos parâmetros que apresenta maior variabilidade (NIELSEN et alii, 1973; REICHARDT et alii, 1976). REICHARDT et alii (1978) estudaram a sua variabilidade em uma área de 10m x 10m e encontraram um coeficiente de variação de 57,6%.

Características de adensamento no sub solo, avaliadas através da condutibilidade hidráulica do solo saturado e da macroporosidade foram verificadas em solos cultivados com culturas anuais e culturas perenes por OLIVEIRA (1963) e OLIVEIRA & MELO (1970).

3.3.3. - Compactação do solo

A compactação do solo pode ser causada naturalmente pelos fenômenos de secamento e contração do material do solo, pelas práticas de cultivo e exploração da terra, através da erosão e das pressões causadas pelo tráfego de máquinas e animais (BAVER et alii, 1973; HÉNIN, 1976; GOMES et alii, 1978), ou ainda pelo impacto das gotas da chuva sobre o solo descoberto (HUDSON, 1971)

Seu efeito faz-se sentir principalmente sobre a aeração do solo e a capacidade de penetração das raízes.

A densidade do solo é o indicador que mais tem sido usado para avaliar a compactação, porém atenção igual deve ser dada à distribuição de poros por tamanho, pois indubitavelmente, é um fator que frequentemente oferece restrições mecânicas ao desenvolvimento das raízes nos solos compactados (PEARSON, 1965).

Segundo ARCHER & SMITH (1972) as mudanças da densidade do solo além de afetarem a quantidade de água disponível e a capacidade de ar, influenciam fortemente a permeabilidade, a taxa de drenagem e a penetração das raízes.

Utilizando vários tipos de solos de diferentes clases texturais REEVE et alii, (1973) estudaram o efeito da densidade do solo sobre a capacidade de água disponível, a quantidade de água retida e a capacidade de ar. Encontraram correlação negativa significativa entre densidade do solo e capacidade de ar nos solos de textura arenosa, franca cascalhenta, siltosa, franca e argilosa, podendo o declínio ser crítico para a maioria dos solos a exceção dos de textura arenosa é franca cascalhenta. No horizonte A as correlações entre a densidade do solo e a quantidade de água retida a 0,05 atm foram negativas, tendo sido significantes as correspondentes às clases siltosa e argilosa. Correlações semelhantes também foram encontradas entre capacidade de água disponível e densidade do solo. No entanto verificaram-se diferenças quanto à significância entre as diversas classes texturais.

Efeitos de sistemas de preparo do solo, incluindo o sistema convencional, aradura profunda e cultivo mínimo sem aradura, sobre alguns parâmetros físicos de dois tipos de solos foram estudados por FERNANDES (1976). Verificou que nas camadas de 0 - 10 e 10 - 20 cm o sistema de aradura profunda ocasionou os valores mais baixos de densidade do solo, ocor-

rendo o inverso sob o sistema convencional. Os valores de con du t i b i l i d a d e h i d r á u l i c a do solo saturado foram maiores no solo franco arenoso sob o sistema de aradura profunda e no solo de textura franca sob os sistemas convencional e de aradura profunda.

3.3.4. - Agregação do solo

O estado de agregação do solo tem grande importân cia na avaliação da aeração, armazenamento e movimento da água pois é o tamanho, a distribuição e estabilidade dos agregados que determinam o espaço poroso disponível à água e ao ar. Pode ser eficientemente avaliado através da percentagem de agre g a d o s e da distribuição de tamanho de agregados. A determi na ç ã o da agregação através de tamização por via úmida tem sido muito utilizada (YODER, 1936; GROHMANN, 1960; KEMPER & CHEPIL, 1965), pois, simulando as condições de campo, oferece indica ç õ e s o b r e a estabilidade da estrutura face à ação desagregan te da água. A agregação do solo é expressa através de índices que permitem a comparação entre solos ou diferentes condições de um mesmo solo. Dentre esses índices os mais adequados são o Diâmetro Médio Geométrico (Geometric Mean Diameter) e o Diâ me t r o Médio Ponderal (Mean Weight Diameter), oferecendo o úl t i m o condições de boa comparação para a maioria dos trabalhos práticos (KEMPER & CHEPIL, 1965).

A agregação do solo é influenciada positivamente pe lo conteúdo de matéria orgânica (HÉNIN, 1976). Baver citado por BAVER et al i (1973) encontrou correlação positiva entre o teor de carbono orgânico e a percentagem de agregados maio r e s que 0,05mm.

MAZURAK (1967) encontrou relação entre a quantida d e esterco aplicada e a percentagem de agregados após 2 e 20 minutos de agitação em água, sendo que esta relação era posi t i v a considerando os agregados maiores que 295 μ e negativa levan do em conta a classe de 18,5-295 μ . A percentagem de agregados após

200 minutos de agitação não foi afetada pelos níveis de aplicação de esterco (0, 180, 360 t./ha). FREIRE (1974) não encontrou efeito significativo do esterco de curral, aplicado na base de 40 t./ha, sobre a agregação do solo.

O uso do solo provoca modificações na agregação do solo. Essas modificações, devidas ao manejo do solo, da cultura ou da vegetação nativa são decorrentes do efeito mecânico causado pelas máquinas, animais e raízes ou, indiretamente, pela atuação dos agentes climáticos sobre a matéria orgânica.

GOMES et alii (1978) estudaram os efeitos de sistemas e tempo de cultivo sobre a estrutura do solo e verificaram decréscimo na percentagem de agregados estáveis em água em todas as parcelas cultivadas.

4.- MATERIAIS.E MÉTODO

4.1. - Caracterização das áreas em estudo.

O estudo foi realizado em duas áreas do Estado do Ceará. Uma localizada na Fazenda Iracema, de propriedade da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará-EPACE, no município de Quixadá cujas coordenadas geográficas são $4^{\circ}59'LS$ e $39^{\circ}01'WG$, e outra na Fazenda Cachoeira, de propriedade particular, no município de Irauçuba, cujas coordenadas geográficas são $3^{\circ}45'LS$, $39^{\circ}48'WG$.

Referidas áreas são objeto dos projetos de Pesquisa, Controle de Invasores em Grandes Áreas de Pastagens e Arraçoamento para Bovinos em Épocas Críticas, desenvolvidos pelo Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, e vem sendo submetidas à diferentes sistemas de manejo da vegetação há sete anos (UFC, 1970).

Área 1 - Quixadá

A área experimental está localizada a 2 km SW da sede da fazenda Iracema que se situa a 25 km S da sede do município de Quixadá.

O clima é do tipo BSw'h' da classificação de Köppen e 4aTh da classificação de Gaussen (JACOMINE et alii,

1973] com temperatura e precipitação médias anuais 26,8°C e 676,6 mm, respectivamente. Ocorre um período seco de junho a janeiro e no período de fevereiro a maio a precipitação atinge 76,5% do total anual (BRASIL, 1970).

A vegetação é do tipo Caatinga hiperxerófila arbustiva com densidade de aproximadamente 10.000 plantas/ha no estrato arbustivo/arbóreo, composto principalmente de Croton sp (Marmeleiro), Caesalpinia pyramidalis (Catingueira), Mimosa caesalpinifolia Benth. (Sabiá), Auxemma oncocalyx Taub. (Páu Branco), Mimosa nigra Hub. (Jurema), Croton campestris St. Hil (Velame), Aspidosperma pyriforme Mart. (Pereiro) e Cobretum leprosum Mart. (Mufumbo). O estrato herbáceo é composto de Aristida setifolia H.B.K. (Capim panasco), Hyptis sp. (Barburral), Stylosanthes sp. (Erva de Ovelhal), Telanthera sp. (Cabeça Branca), Panicum sp. (Milhã) e Borreia verticillata G.F.W. Meyer (Vassourinha de Botão) (UFC, 1979).

Área 2 - Irauçuba

A área experimental está localizada a 300 m NE da sede da fazenda Cachoeira que situa-se a 15 km E da sede do município de Irauçuba.

O clima também é do tipo BSw'h' segundo a classificação de Köppen e 4aTh segundo a classificação de Gaussen, com uma temperatura média anual de 28°C (JACOMINE et alii, 1973). A precipitação anual é de 507,8 mm (SUDENE, sd) ocorrendo um período seco de julho a janeiro com um total menor que 90 mm e um período chuvoso de fevereiro a julho com grande irregularidade na distribuição das chuvas.

A vegetação é Caatinga hiperxerófila arbustiva com densidade inferior a 500 plantas / ha no estrato arbustivo/arbóreo, composto principalmente de Cobretum leprosum Mart. (Mufumbo), Auxemma oncocalyx Taub. (Páu Branco), Aspidosperma pyriforme Mart. (Pereiro), Mimosa caesalpinifolia Benth. (Sabiá) e Mimosa nigra Hub. (Jurema). O estrato herbáceo é composto principalmente de Aristida setifolia H.B.C. (Capim

Panasco), Stylosanthes sp. (Erva de Ovelha) e Hyptis sp. (Bamburral) (UFC, 1979).

4.2. - Solos

Os solos das áreas em estudo são o Solonetz Solodizado, pertencente ao grande grupo Solonetz, e o Planosol Solódico, do grande grupo Planosol, da classificação de Baldwin, Kellog e Thorp modificada por THORP & SMITH (1949). Descrições dos perfis e respectivos resultados de análises encontram-se no Apêndice 1. De acordo com a legenda brasileira são classificados como Solonetz Solodizado A fraco textura arenosa/média fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado, e Planosol Solódico A fraco textura arenosa/média fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado. (JACOMINE et alii, 1973).

Ambos ocorrem em associação nas áreas estudadas, onde se diferenciam apenas pela maior ou menor saturação de Na nos horizontes subsuperficiais, caracterizando ou não a presença do horizonte B Solonético.

Apresentam horizonte A fraco de acidez média e horizonte B de alcalinidade fraca, em Irauçuba, e acidez média em Quixadá.

Ambos os horizontes, nas duas áreas, possuem teores baixos de matéria orgânica, N, P assimilável, H trocável, e médio de K. Em ambos os locais o horizonte A tem alto teor de Mg trocável, valores S e V médios e T moderado. Em Quixadá o teor de Ca trocável neste horizonte é médio e em Irauçuba é baixo. O horizonte B, nos dois locais, apresenta-se com altos teores de Ca e Mg trocáveis, valores S, T e V altos.

A espessura do horizonte A em Quixadá varia em

torno de 18cm e em Irauçuba entre 10 e 25cm o que impediu, juntamente com a ocorrência de cascalho em grande quantidade, a amostragem na profundidade de 8-16cm na área 2.

4.3. - Sistemas de manejo da vegetação

Foram estudados os efeitos de cinco sistemas de manejo da vegetação, incluindo apenas um submetido a pastejo, descritos a seguir.

Sistema F: erradicação do estrato arbustivo/arbóreo e aplicação de fogo na estação seca do 1º ano de controle, e desenvolvimento natural da vegetação a partir da estação chuvosa.

Sistema FH: erradicação do estrato arbustivo/arbóreo e aplicação de fogo na estação seca do 1º ano, e controle do referido estrato com aplicação de herbicida nos tocos, à intervalos de dois anos, usando-se um pulverizador costal e o herbicida Tordon 101 à 2% em água.

Sistema FD: erradicação do estrato arbustivo/arbóreo e aplicação de fogo na estação seca do 1º ano, e controle do referido estrato através de destocamento manual, à intervalos de dois anos, na estação chuvosa.

Sistema P: utilização da vegetação nativa com pastejo extensivo e não controlado, na base de 4 ha/cabeça/ano em Quixadá e 2 ha/cabeça/ano em Irauçuba, ambos incluindo arraçamento.

Sistema T: testemunha (área com vegetação não alterada).

4.4. - Amostragem

Amostras com estrutura não alterada, amostras em torrões e amostras para a obtenção de terra fina seca ao ar foram obtidas de três locais selecionados em cada parcela subme

tida aos sistemas de manejo da vegetação. Na área 1, localizada em Quixadá, foram coletadas amostras destorroadas, em torrões e amostras não alteradas em cilindros de $347,5\text{cm}^3$ (7,62cm de diâmetro por 7,62cm de altura); nas profundidades de 0 - 8 cm e 8 - 16cm; e amostras não alteradas em cilindros de $68,1\text{cm}^3$ (5,38cm de diâmetro por 3,00 de altura) e $22,7\text{cm}^3$ (5,38 cm de diâmetro por 1,00 de altura) nas profundidades de 0 - 4 cm, 4 - 8 cm, 8 - 12 cm e 12 - 16 cm; abrangendo o horizonte A. Na área 2, situada em Irauçuba, as profundidades e amostras consideradas foram as mesmas, porém somente até a profundidade de 8 cm.

As amostras com estruturas não alterada correspondem aos blocos cilíndricos de solos nas três dimensões citadas e foram coletados em duplicata para cada profundidade. Os blocos de $347,5\text{cm}^3$ foram obtidos em cilindros de alumínio com o auxílio de um amostrador tipo Uhland e destinaram-se à determinação da condutibilidade hidráulica do solo saturado. Os blocos de $68,1\text{cm}^3$ foram destinados às determinações da densidade do solo, porosidade total, distribuição de poros por tamanho, macroporosidade, microporosidade e curva característica da água do solo a baixas tensões. Os blocos de $22,7\text{cm}^3$ serviram para a determinação da umidade à pressão de 1/3 atm. Estes dois últimos tipos de blocos de solo foram obtidos em cilindros de latão com auxílio de um amostrador especial descrito por RICHARDS (1954).

As amostras em torrões destinaram-se à determinação do tamanho e estabilidade dos agregados em água. E a terra fina seca ao ar foi utilizada nas determinações do teor de matéria orgânica, densidade de partícula, umidade a 15 atm e granulometria.

A avaliação da Biomassa (1) foi feita com quadriláteros de ferro de $0,5\text{m}^2$, tomando-se 15 subamostras por parcela em pontos próximos aos locais de amostragem do solo.

(1) A Biomassa aqui referida considera a quantidade total de material vegetal produzido, à exceção das raízes

4.5. - Métodos de análise

Foram usados os seguintes métodos de análise:

- a) Matéria orgânica: obtida através do carbono orgânico determinado por oxidação com dicromato de potássio 0,4 N e titulação do excesso com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1 N (VETTORI, 1969);
- b) Densidade de partícula: determinada com balão volumétrico aferido de 50 ml, empregando álcool etílico (OLIVEIRA, 1960);
- c) Granulometria: determinada pelo método internacional da pipeta modificado, usando peneiras de 0,2 e 0,05 mm na separação da areia grossa e areia fina e, como dispersante, o hidróxido de sódio (OLIVEIRA, 1960);
- d) Densidade do solo: determinada utilizando amostras com estrutura não alterada, obtidas em cilindros de volume igual a 68,1 cm³ (BLAKE, 1965);
- e) Porosidade total: calculada através da fórmula, $\text{Porosidade total} = 100 - (\text{densid. solo} \times 100 / \text{densid. partícula})$;
- f) Macroporosidade: calculada através da diferença entre a porosidade total e a microporosidade, sendo esta determinada em funil de Buchner com placa porosa à pressão correspondente a 60cm de coluna de água aplicada em amostras não deformadas de 68,1 cm³ utilizando técnica de Vamocil refinada por BAKER et alii, (1974);
- g) Distribuição de poros por tamanho: determinada em blocos de 68,1 cm³, de estrutura não alterada, a partir do volume drenado às tensões de 20,

- 40, 60, 80 e 100 cm de coluna d'água (BAKER et alii, 1974);
- h) Curva característica da água do solo elaborada através dos dados obtidos na determinação anterior.
- i) Tamanho e estabilidade de agregados em água: obtidos pelo método de Yoder utilizando peneiras de 2,0, 1,0 e 0,21 mm de abertura de malha e um decimento com o auxílio de atomizador; avaliado através do Diâmetro Médio Ponderal (Mean Weight Diameter) e Percentagem de Agregados (KEMPER & CHEPIL, 1975);
- j) Capacidade de água disponível: obtida alternativamente pela diferença entre os teores de água a 0,06, 0,1 e 0,33 atm como limite superior e 15 atm como limite inferior da faixa de água disponível. Os teores a 0,06 e 0,1 atm foram determinados nos blocos de 68,1 cm³ utilizados no item "g" e os teores a 0,33 e 15 atm com o auxílio do extrator de placa porosa descrito por RICHARDS (1954);
- l) Condutibilidade hidráulica do solo saturado: determinada através do permeâmetro de carga constante descrito por OLIVEIRA (1961) utilizando blocos de 347,5 cm³.

4.6. - Delineamento experimental

O delineamento experimental usado foi o inteiramente casualizado com parcelas subdivididas para quase todos os parâmetros, na área 1 - Quixadá - à exceção de condutibilidade hidráulica do solo saturado e da percentagem de agregados. Na área 2 - Irauçuba - foram usadas parcelas subdivididas na avaliação dos parâmetros densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e capacidade de água disponível. O número de repetição foi três ou seis, dependendo da propriedade. Sem-

pre que se usou parcela sub-dividida o número de repetições foi três.

A área experimental útil de cada sistema variou de 1,2 a 2,4 ha.

A análise estatística constou da análise da variância dos valores dos parâmetros, teste F, comparação entre médias pelo teste de Duncan, e determinação do coeficiente de correlação linear com teste t (GOMES, 1973).

5. - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As propriedades físicas do solo determinadas na área 1 - Quixadá - apresentaram coeficientes de variação de 3,9% a 28,2%, com média de 19,9%, no total, e de 7,9% a 31,2%, com média de 17,9%, entre parcelas. Em Irauçuba, onde praticamente não houve diferença significativa e vários parâmetros foram avaliados sem parcelas sub-divididas, os coeficientes de variação se situaram entre 2,2% a 26,2%, com média de 18,6%. A condutibilidade hidráulica, não incluída acima, apresentou um CV máximo de 61,1% em Quixadá e de 63,3% em Irauçuba. Pode-se afirmar que esses resultados indicam que a precisão do estudo foi satisfatória.

5.1. - Retenção de água no solo

As características de retenção de água dos solos estudados bem como os efeitos dos sistemas de manejo da vegetação foram avaliados através das curvas características da água do solo a baixas tensões, apresentadas nas Figuras 1 a 6, obtidas com os dados dos Quadros 1 e 2, e dos valores de capacidade de de água disponível contidos nos Quadros 3, 4, 7 e 8.

Área 1 — Quixadá

Do exame do Quadro 3 verifica-se que os valores de

capacidade de água disponível foram mais elevados nos sistemas F e FD, decrescendo na seguinte ordem: P, FH, e T. O sistema T apresentou valores significativamente menores, a 1% de probabilidades que os sistemas F e FD. A diferença entre valores é decorrente do teor de matéria orgânica que se mostrou significativamente diferente entre os sistemas (Quadro 5) e aos valores de microporosidade e teor de silte. Os valores contidos no Quadro 11 demonstram correlação positiva entre capacidade de água disponível e os parâmetros citados. Correlações semelhantes foram encontradas por JAMISON & KROTH (1958), LUND (1959), PETERSEN et alii (1968) e COELHO (1971).

A capacidade de água disponível pode ser analisada nas diferentes profundidades considerando-se os valores de 0,06, 0,1 e 0,33 atm, alternativamente, como limite superior da faixa de água disponível, e 15 atm como limite inferior (Quadro 7). Verifica-se que nas faixas de 0,06 - 15 atm e 0,1 - 15 atm os valores são maiores no sistema F, menores no sistema P, e a capacidade de água disponível tende a diminuir com a profundidade em todos os sistemas. Na faixa de 0,3 - 15 atm o sistema F também apresenta os valores mais elevados, e os menos elevados correspondem ao sistema T; por outro lado, nesta faixa, os valores do sistema F tendem a aumentar com a profundidade. Observa-se ainda que o aumento da capacidade de água disponível cresce relativamente, com o limite superior da faixa de disponibilidade, de modo mais acentuado nos sistemas T e FH que no sistema FD. Os sistemas F e P correspondem aos menores acréscimos.

A diferença entre os valores de capacidade de água disponível entre as profundidades consideradas deve-se principalmente à variação dos teores de matéria orgânica e argila.

As curvas características da água do solo permitem analisar melhor os efeitos dos sistemas sobre as características de retenção. Verifica-se, através das Figuras 1 a 4, que

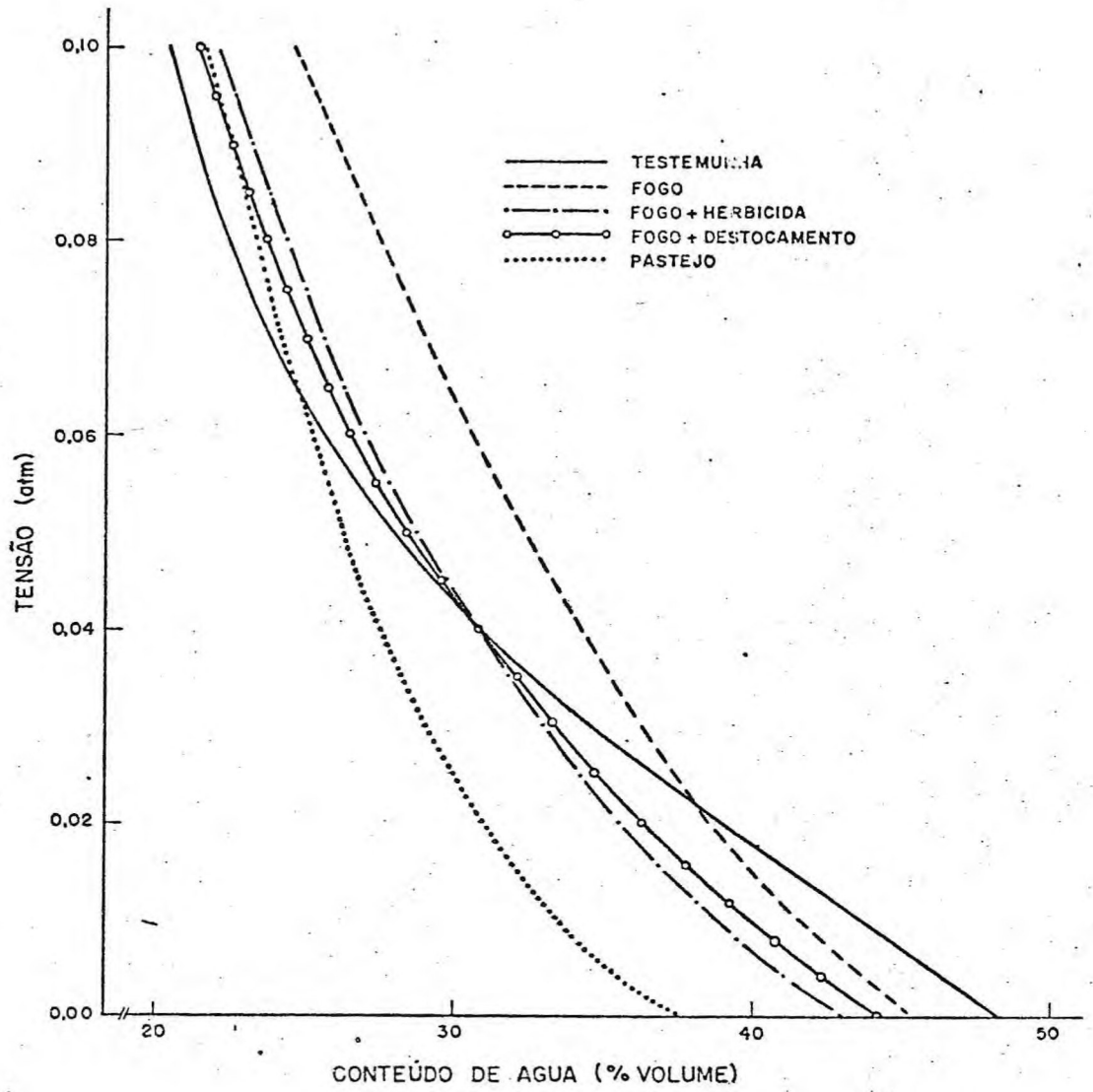


Figura 1 - Curva característica da água do solo a baixas tensões - Área 1 (Quixadá), 0-4cm de profundidade.

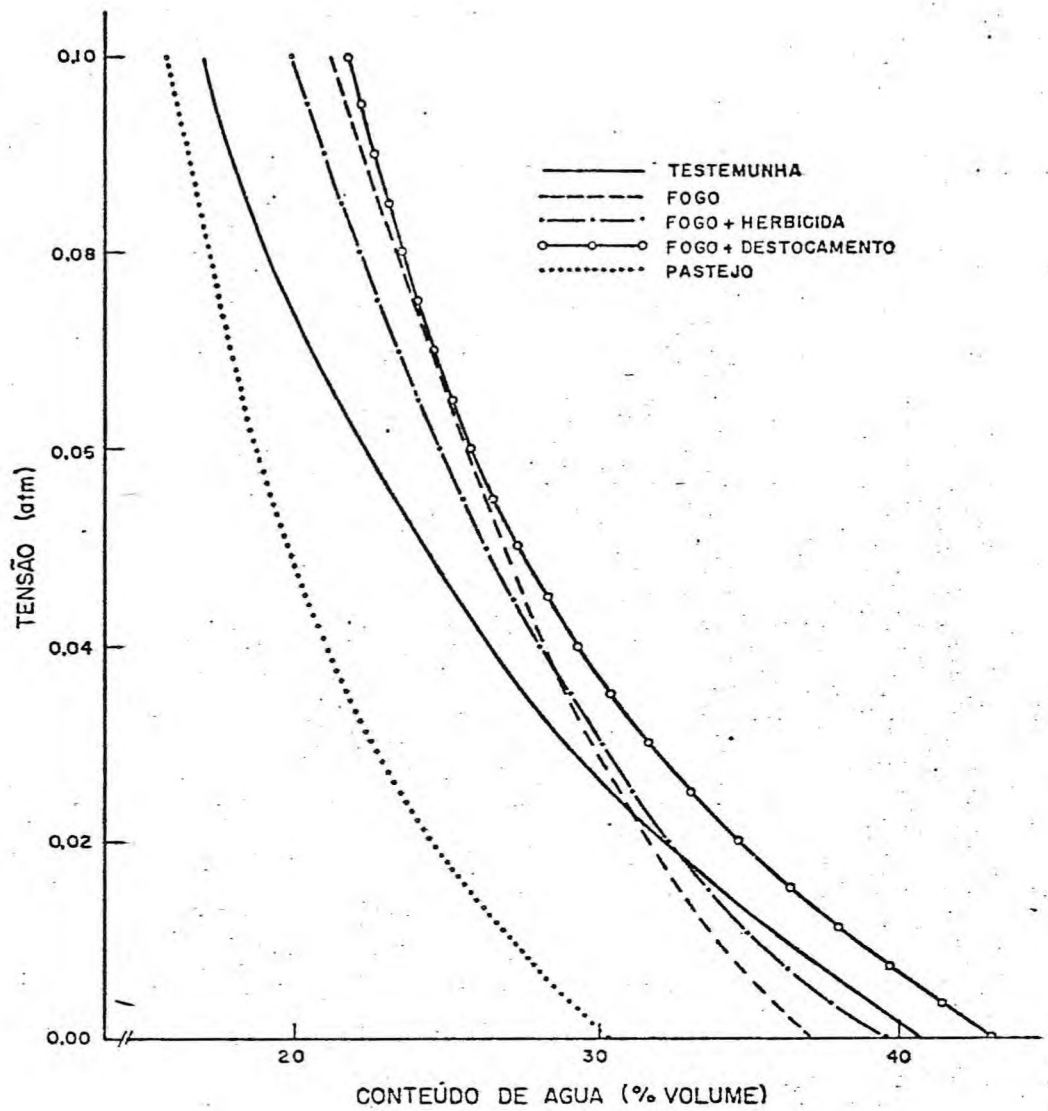


Figura 2 - Curva característica da água do solo a baixas tensões - Área 1 (Quixadá), 4-8cm de profundidade.

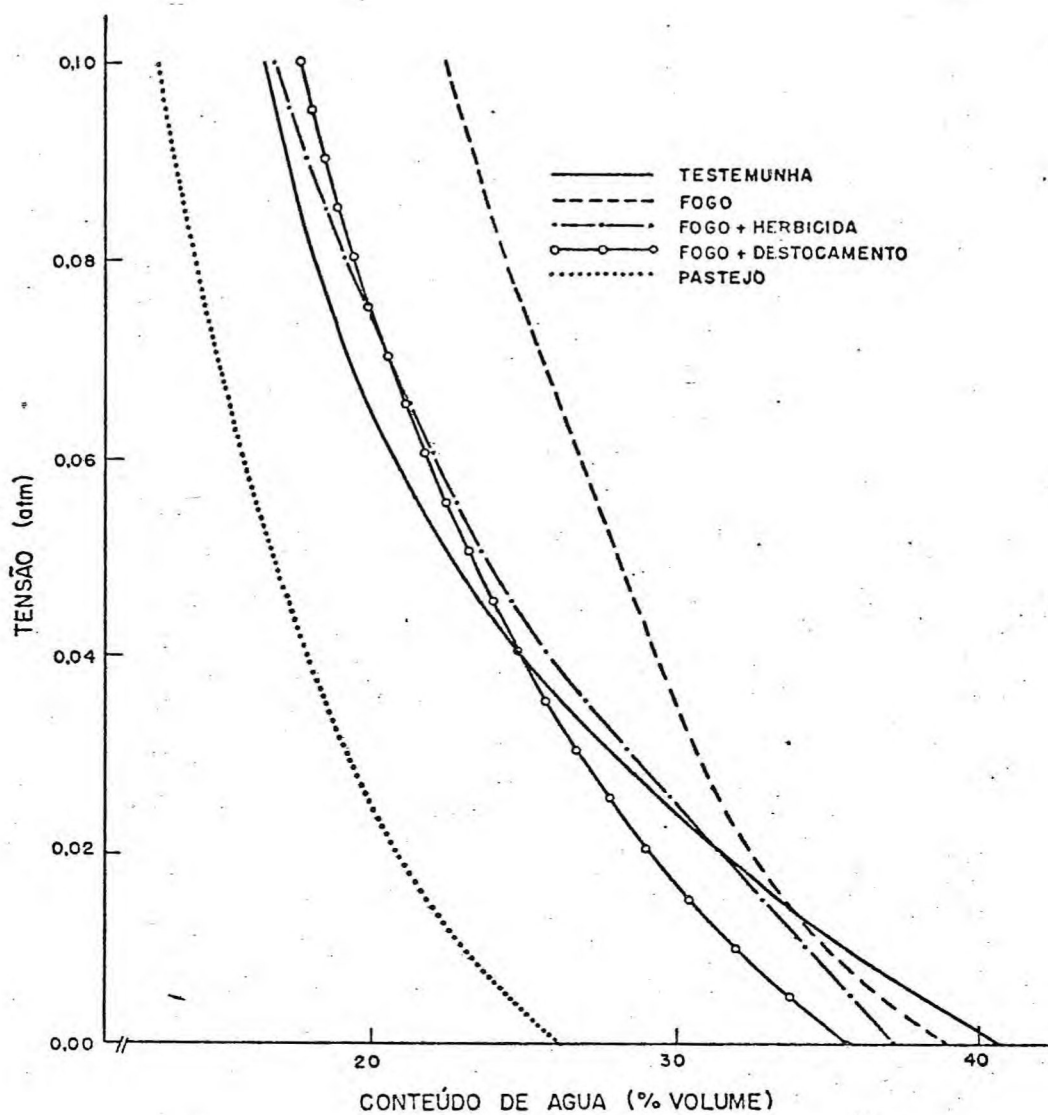


Figura 3 - Curva característica da água do solo a baixas tensões - Área 1 (Quixadá), 8-12cm de profundidade.

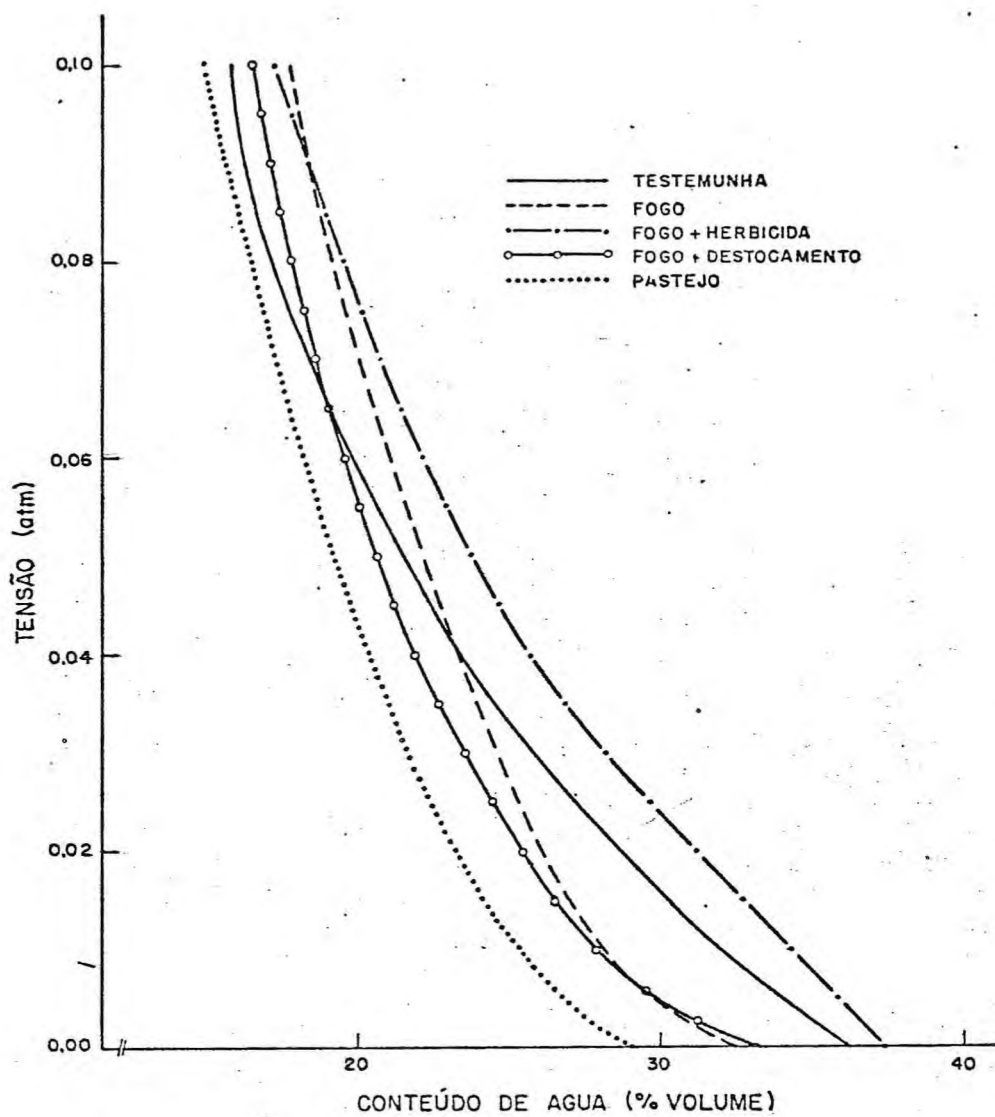


Figura 4 - Curva característica da água do solo a baixas tensões - Área 1 (Quixadá), 12-16 cm de profundidade.

QUADRO 1 - Conteúdos de água em % de volume, à diferentes tensões, obtidos na Área 1 (Quixadá) sob cinco sistemas de manejo da vegetação. (médias de 3 repetições)

SISTEMA DE MANEJO DA VEGETAÇÃO	PROFUNDIDADE (cm)	TENSÃO (atm)							15 ^{x/}
		0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,33		
Testemunha	0-4	38.8	30.8	25.6	22.7	20.5	12.2		
	4-8	32.0	26.4	22.2	19.2	17.1	9.0	4,5	
	8-12	31.2	24.7	20.7	18.2	16.5	8.8	5,1	
	12-16	28.7	23.6	20.0	17.6	15.9	9.5		
Fogo	0-4	38.4	34.1	30.5	27.5	24.7	14.7		
	4-8	31.7	28.1	25.6	23.2	21.3	12.9	5,8	
	8-12	32.4	29.2	26.6	24.2	22.4	15.8	6,1	
	12-16	26.1	23.4	21.1	19.2	17.7	17.2		
Fogo + Herbicida	0-4	35.5	30.7	27.1	24.5	22.2	13.2		
	4-8	32.4	28.1	24.7	22.1	20.0	9.0	3,9	
	8-12	31.4	25.6	21.9	19.1	16.8	10.0	4,3	
	12-16	31.3	25.6	22.2	19.5	17.3	9.7		
Fogo + Destocamento	0-4	36.3	30.7	26.5	23.7	21.4	14.9		
	4-8	34.8	29.2	25.8	23.5	21.8	10.3	4,1	
	8-12	28.9	24.8	21.7	19.4	17.6	10.7	4,2	
	12-16	25.6	22.0	19.6	17.9	16.6	10.7		
Pastejo	0-4	30.9	27.5	25.3	23.5	21.6	10.6		
	4-8	24.6	21.0	18.7	17.2	15.8	12.4	4,6	
	8-12	20.6	17.9	15.8	14.3	12.9	11.2	5,3	
	12-16	23.2	20.4	18.3	16.6	15.0	13.0		

x/ determinação referente às profundidades de 0-8cm e 8-16cm, em amostra destorroada.

os efeitos do sistema F foram sensivelmente mais pronunciados em quase toda a faixa de retenção considerada, principalmente nas profundidades de 0 - 4 cm e 8 - 12 cm. Os sistemas FH e FD praticamente não apresentaram efeito em relação ao sistema T, especialmente nas profundidades de 0 - 4 cm e 8 - 12 cm. O sistema P foi o de efeito mais negativo, principalmente na faixa de 0 a 0,06 atm de tensão e na profundidade de 0 - 12 cm. Os efeitos do teor de matéria orgânica e da microporosidade foram mais pronunciados no aumento dos valores de conteúdo de água no sistema F enquanto que a redução dos mesmos valores no sistema P foram devidos ao decréscimo da porosidade total (Quadro 3) causado pelas pressões decorrentes do pastejo. HILL & SUMNER (1960) referem-se ao decréscimo na retenção da água em consequência da diminuição da porosidade total em solos arenosos.

Área 2 - Irauçuba

Em termos de capacidade de água disponível não houve diferença significativa entre os efeitos dos sistemas de manejo da vegetação, no entanto os valores decresceram na seguinte ordem T, F, P, FH e FD (Quadro 4).

Comparando-se os valores de capacidade de água disponível, calculados alternativamente com os limites superiores da faixa de disponibilidade - 0,06, 0,1 e 0,33 atm -, apresentados no Quadro 8, observa-se que, relativamente, no sistema FD os valores aumentaram mais acentuadamente com o limite superior da água disponível, seguidos em ordem decrescente pelos valores dos sistemas T, FH, F e P.

Observa-se também, através da análise de variância (Apendice 2, Quadro A3), que os efeitos dos sistemas sobre os valores de capacidade de água disponível foram diferentes entre as profundidades consideradas, ocorrendo ainda interação entre estas duas fontes de variação.

Verificou-se correlação positiva entre capacidade

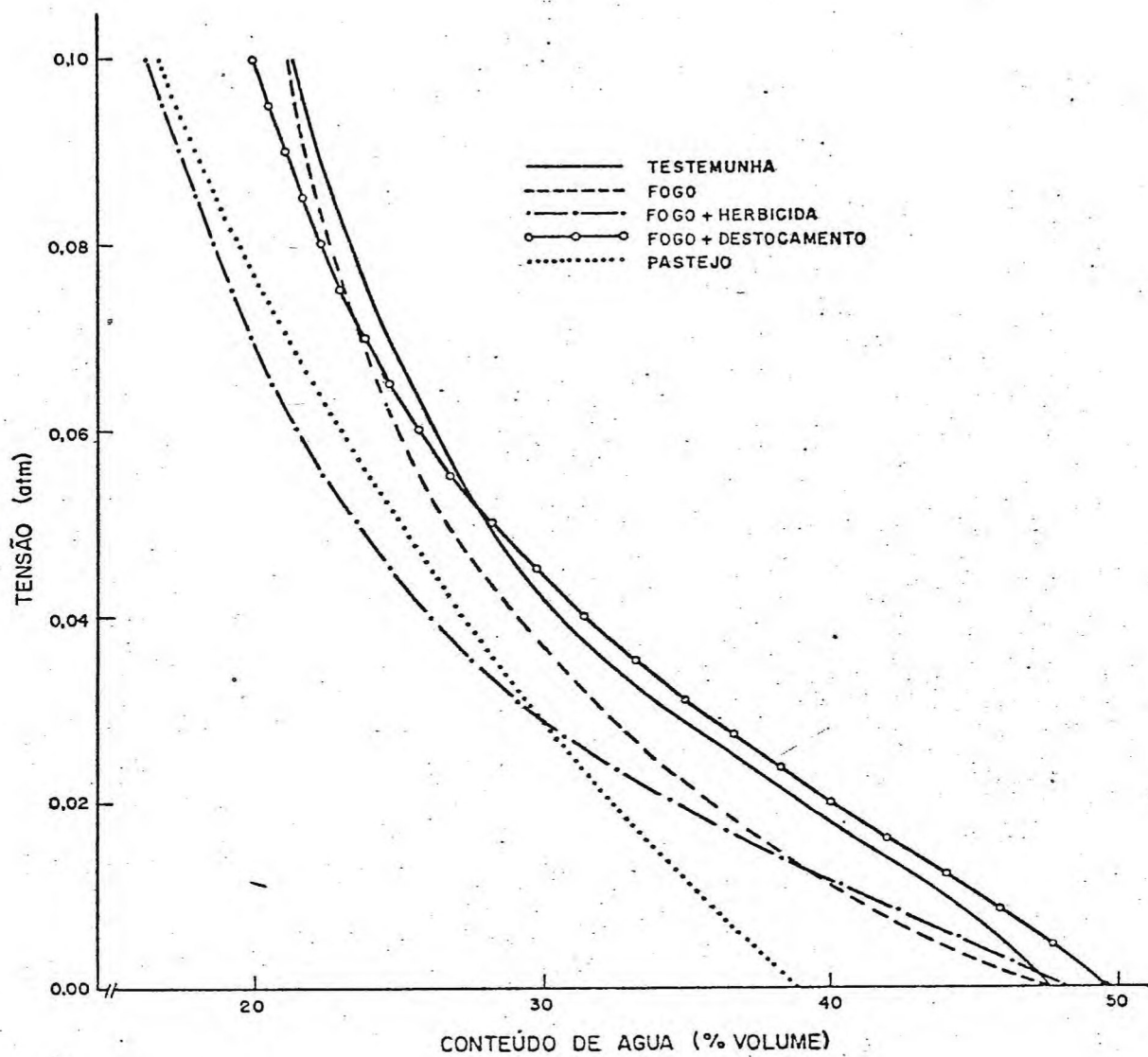


Figura 5 - Curva característica da água do solo a baixas tensões - Área 2 (Irauçuba), 0-4cm de profundidade.

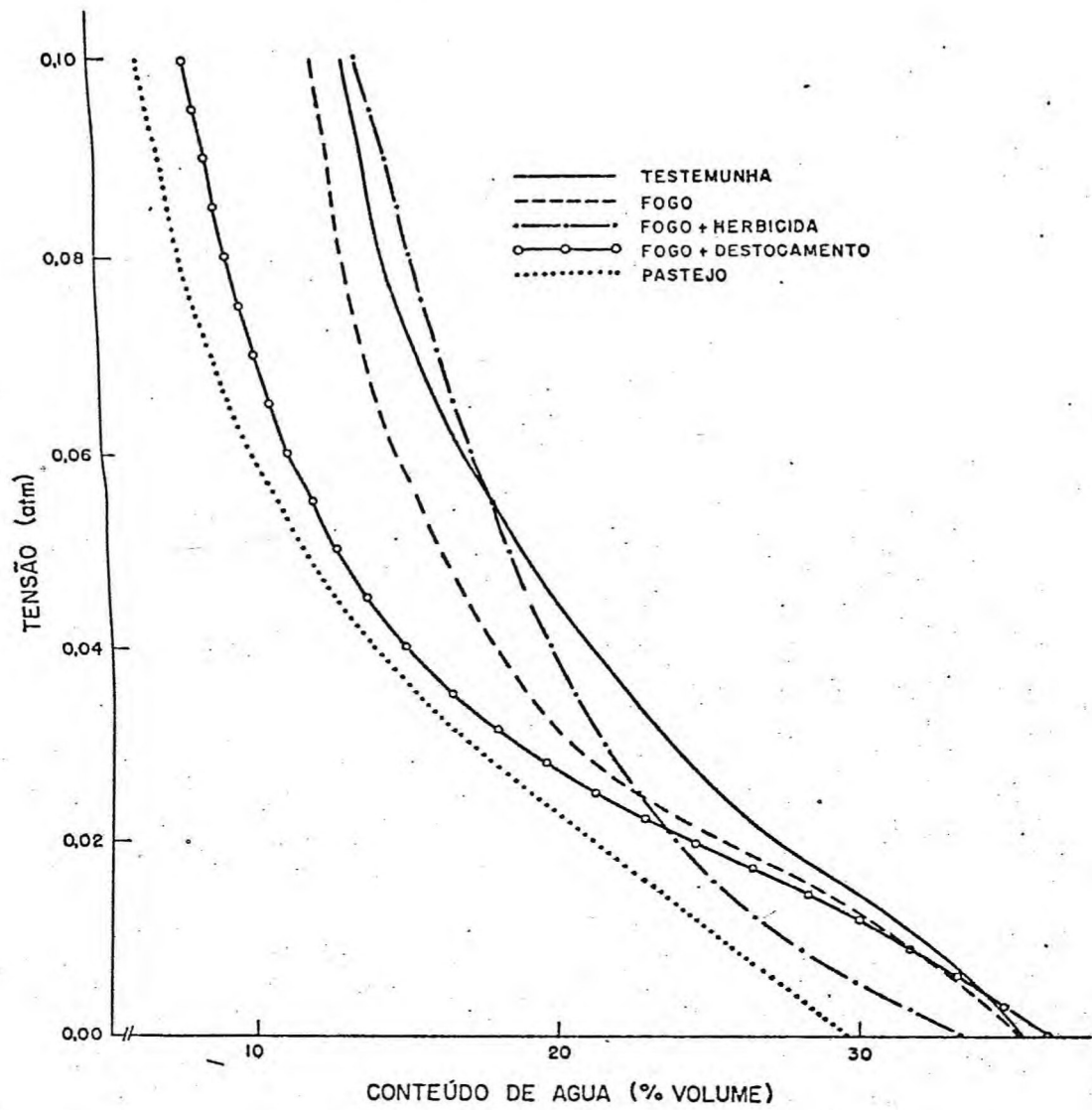


Figura 6 - Curva característica da água do solo a baixas tensões - Área 2 (Irauçuba), 4-8cm de profundidade.

QUADRO 2 - Conteúdos de água em % de volume, a diferentes tensões, obtidos na Área 2 (Irauçuba) sob cinco sistemas de manejo da vegetação. (médias de 3 repetições)

SISTEMA DE MANEJO DA VEGETAÇÃO	PROFUN- DIDADE (cm)	TENSÃO (atm)						15 <u>x/</u>
		0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,33	
Testemunha	0-4	30.1	30.4	26.2	23.4	21.5	15.0	4,3
	4-8	27.5	21.0	17.2	15.0	13.6	12.0	
Fogo	0-4	35.9	28.9	24.9	22.7	21.2	18.6	6,5
	4-8	25.4	17.9	14.9	13.5	12.6	11.4	
Fogo + Herbicida	0-4	34.5	26.2	21.6	18.6	16.3	14.1	4,4
	4-8	24.0	19.8	17.3	15.6	14.1	13,4	
Fogo + Destocamento	0-4	40.1	31.4	25.6	22.2	19.9	13.1	3,5
	4-8	24.2	14.8	11.3	9.5	8.3	6.7	
Pastejo	0-4	32.4	27.2	23.1	19.5	16.8	15.0	4,2
	4-8	21.3	13.9	10.1	8.1	6.8	8.4	

x/ determinação referente à profundidade de 0-8cm, em amostra destorroada.

QUADRO 3 - Valores de Densidade do solo (Ds), Porosidade total (Pt), Macroporosidade (Mp), Microporosidade (mp) e Capacidade de água disponível (CAD) obtidos na Área 1 (Quixadá) sob cinco sistemas de manejo da vegetação. (médias de 3 repetições)

SISTEMA DE MANEJO DA VEGETAÇÃO	PROFUN- DIDADE (cm)	Ds (g/cm ³)	PERCENTAGEM (VOLUME)			
			Pt	Mp	mp	CAD <u>x/</u>
Testemunha	0-4	1.30	49.8	24.1	25.7	7,7
	4-8	1.49	42.4	20.3	22.2	4,6
	8-12	1.51 ^b	42.6 ^a	21.9 ^a	20.7	3,7 ^c
	12-16	1.59	39.4	19.4	20.0	4,4
Fogo	0-4	1.40	44.9	14.3	30.6	8,9
	4-8	1.61	36.9	11.3	25.2	7,1
	8-12	1.52 ^{ab}	41.7 ^a	15.1 ^b	26.6	9,7 ^a
	12-16	1.69	35.2	14.0	21.2	11,1
Fogo + Herbicida	0-4	1.42	44.8	17.7	27.1	9,3
	4-8	1.48	42.2	17.4	24.8	5,1
	8-12	1.58 ^b	40.9 ^a	19.0 ^{ab}	21.9	5,7 ^{bc}
	12-16	1.63	39.1	16.9	22.2	5,4
Fogo + Destocamento	0-4	1.44	44.8	18.3	26.5	10,8
	4-8	1.50	42.7	16.9	25.8	6,2
	8-12	1.60 ^{ab}	38.1 ^a	16.4 ^{ab}	21.7	6,5 ^{ab}
	12-16	1.66	35.6	16.0	19.6	6,5
Pastejo	0-4	1.63	36.7	11.4	25.3	6,0
	4-8	1.70	33.8	14.3	18.8	7,8
	8-12	1.81 ^a	29.5 ^b	13.7 ^b	15.8	5,9 ^{bc}
	12-16	1.71	33.5	15.2	18.3	7,7

Os sistemas com a mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% e 5% de probabilidades conforme indicado na análise da variância (Apendice 2, Quadros A1 e A2)

x/ Obtida pela diferença entre os teores de água a 0,33 e 15 atm.

QUADRO 4 - Valores de Densidade do Solo (Ds), Porosidade total (Pt), Macroporosidade (Mp) Microporosidade (mp) e Capacidade de água disponível obtidos na Área 2 (Irauçuba) sob cinco sistemas de manejo de vegetação. (médias de 3 repetições)

SISTEMA DE MANEJO DA VEGETAÇÃO	PROFUNDIDADE (cm)	Ds (g/cm ³)	PERCENTAGEM (VOLUME)			
			Pt	Mp	mp	CAD ^{x/}
Testemunha	0-4	1,46	44,9	18,7	26,2	10,7
	4-8	1,62	39,0	21,8	17,2	7,7
Fogo	0-4	1,25	52,8	27,9	24,9	12,1
	4-8	1,65	37,8	22,9	14,9	4,9
Fogo + Herbicida	0-4	1,26	51,2	29,6	21,6	9,7
	4-8	1,65	35,8	18,5	17,3	9,0
Fogo + Destocamento	0-4	1,34	47,8	22,2	25,6	9,6
	4-8	1,59	38,2	27,0	11,2	3,2
Pastejo	0-4	1,54	41,1	18,0	23,1	10,8
	4-8	1,69	35,1	25,1	10,0	4,2

^{x/} Obtida pela diferença entre os teores de água a 0,33 e 15 atm.

QUADRO 5 - Percentagens de Matéria orgânica, Areia, Silte e Argila obtidas na Área 1 - (Quixadá) sob cinco sistemas de manejo da vegetação. (médias de 3 repetições)

SISTEMA DE MANEJO DA VEGETAÇÃO	PROFUN- DIDADE (cm)	MATÉRIA ORGÂNICA	AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA
Testemunha	0-8	1.54	28.2	46.5	17.4	7,9
	8-16	0.67 ^{ab}	25.2	44.5	18.5	11,8
Fogo	0-8	1.69	17.6	46.6	26.5	9,3
	8-16	0.89 ^a	22.2	43.7	22.7	11,4
Fogo + Herbicida	0-8	1.23	28.3	45.3	18.2	8,2
	8-16	0.82 ^{ab}	31.7	41.6	18.7	8,0
Fogo + Destocamento	0-8	1.37	26.2	46.0	21.0	6,8
	8-16	0.54 ^b	27.5	43.6	20.2	8,7
Pastejo	0-8	1.17	31.8	39.5	20.4	9,4
	8-16	0.54 ^b	34.1	37.9	18.6	9,4

Os sistemas com a mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade..

QUADRO 6 - Percentagens de Matéria orgânica, Areia, Silte e Argila obtidas na Área 2 (Irauçuba) sob cinco sistemas de manejo da vegetação. (médias de 3 repetições)

SISTEMA DE MANEJO DA VEGETAÇÃO	PROFUN- DIDADE (cm)	MATÉRIA ORGÂNICA	AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA
Testemunha	0-8	1.08	48.6	29.5	16.4	5,5
Fogo	0-8	1.33	46,5	28.5	15.2	9,8
Fogo + Herbicida	0-8	1.20	31.2	43,4	16.2	9,2
Fogo + Destocamento	0-8	0.95	51.3	32.3	11.2	5,2
Pastejo	0-8	1.38	44,7	36,5	12,6	6,2

QUADRO 7 - Valores de Capacidade de água disponível determinados na Área 1 (Quixadá). (médias de 3 repetições)

SISTEMA DE MANEJO DA VEGETAÇÃO	PROFUNDIDADE (cm)	CAPACIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL (mm)		
		0.06 - 15 atm	0.10 - 15 atm	0.33 - 15 atm
Testemunha	0-4	8,44	6,40	3,08
	4-8	7,08	5,04	1,80
	8-12	6,24	4,56	1,48
	12-16	5,96	4,32	1,76
	<u>TOTAL</u>	<u>27,72</u>	<u>20,32</u>	<u>8,12</u>
Fogo	0-4	9,88	7,56	3,56
	4-8	7,92	6,20	2,84
	8-12	8,20	6,52	3,88
	12-16	6,00	4,64	4,44
	<u>TOTAL</u>	<u>32,00</u>	<u>24,92</u>	<u>14,72</u>
Fogo + Herbicida	0-4	9,28	7,32	3,72
	4-8	8,32	6,44	2,04
	8-12	7,04	5,00	2,28
	12-16	7,16	5,20	2,16
	<u>TOTAL</u>	<u>31,80</u>	<u>23,96</u>	<u>10,20</u>
Fogo + Destocamento	0-4	8,96	6,92	4,32
	4-8	8,68	7,08	2,48
	8-12	7,00	5,36	2,60
	12-16	6,16	4,96	2,60
	<u>TOTAL</u>	<u>30,80</u>	<u>24,32</u>	<u>12,00</u>
Pastejo	0-4	8,28	6,80	2,40
	4-8	5,64	4,48	3,12
	8-12	4,20	3,04	2,36
	12-16	5,20	3,88	3,08
	<u>TOTAL</u>	<u>23,32</u>	<u>18,20</u>	<u>10,96</u>

QUADRO 8 - Valores de Capacidade de água disponível determinados na Área 2 (Irauçubal). (médias de 3 repetições)

SISTEMA DE MANEJO DA VEGETAÇÃO	PROFUN- DIDADE (cm)	CAPACIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL (mm)		
		0,06 - 15 atm	0,10 - 15 atm	0,33 - 15 atm
Testemunha	0-4	8,76	6,88	4,28
	4-8	5,16	3,72	3,08
	TOTAL	13,92	10,60	7,36
Fogo	0-4	7,36	5,88	4,84
	4-8	3,36	2,44	1,96
	TOTAL	10,72	8,32	6,80
Fogo + Herbicida	0-4	6,88	4,76	3,88
	4-8	5,16	3,88	3,60
	TOTAL	12,04	8,64	7,48
Fogo + Destocamento	0-4	8,84	6,56	3,84
	4-8	3,12	1,92	1,28
	TOTAL	11,96	8,48	5,12
Pastejo	0-4	7,56	5,04	4,32
	4-8	2,36	1,04	1,68
	TOTAL	9,92	6,08	6,00

de água disponível e a microporosidade, indicando que 25% do aumento nos valores de capacidade de água disponível foram devidos ao efeito da microporosidade. Embora não tenha sido encontrada correlação entre matéria orgânica e capacidade de água disponível (Quadro 11), verifica-se que nos sistemas F, FH, T e FD os valores deste parâmetro foram influenciados pelo teor de matéria orgânica, enquanto que no sistema P os efeitos do teor de matéria orgânica foram suplantados pelo decréscimo da porosidade total.

As curvas características da água do solo apresentadas nas Figuras 5 e 6, evidenciam a ocorrência de efeitos mais pronunciados dos sistemas F e T em ambas as profundidades consideradas (0 - 4cm e 4 - 8 cm), e dos sistemas FD na profundidade de 0 - 4 cm, e FH, na profundidade de 4 - 8 cm, ocorrendo efeitos sensivelmente menores nas outras profundidades. O efeito do sistema P foi negativo em toda a faixa de retenção, na profundidade de 4 - 8 cm, apresentando, no entanto, maior quantidade de água retida que o sistema FH na profundidade de 0 - 4 cm, na faixa de 0,04 a 0,10 atm de tensão.

5.2. - Movimento da água no solo

O movimento da água no solo foi avaliado através da condutibilidade hidráulica do solo saturado cujos valores constam nos Quadros 9 e 10 e da distribuição de poros por tamanho apresentada nas Figuras 7 a 12, obtidas com os dados dos Quadros 12 e 13.

Área 1 - Quixadá

Os efeitos dos sistemas de manejo sobre a condutibilidade hidráulica do solo saturado só foram significativamente diferentes na profundidade de 0 - 8 cm, sendo que os sistemas FD, FH e T foram os que causaram maior efeito sobre esta propriedade, não tendo os seus valores diferido entre si. Os sistemas F e P foram os que tiveram os efeitos mais negativos,

provocando a diminuição dos valores de condutibilidade hidráulica, porém não diferindo entre si (Quadro 9).

Verificou-se correlação positiva entre condutibilidade hidráulica do solo saturado e macroporosidade (Quadro 11). LUND (1957), MANSON (1957), OLIVEIRA (1967) e COELHO (1971) também encontraram correlação positiva entre os citados parâmetros.

Através do exame das Figuras 7 a 9 observa-se que a porosidade total diminuiu sob todos os sistemas, em relação ao sistema T, notando-se decréscimo mais acentuado sob o sistema P. O volume de poros maiores que 0,05 mm é mais elevado sob o sistema T, decrescendo nos sistemas FH e FD que apresentam valores mais elevados que sob os sistemas F e P. Os valores do sistema P são consideravelmente menores que os demais. Por outro lado, verifica-se que houve modificações na distribuição de poros em relação à profundidade. Sob o sistema F o volume de poros maiores que 0,05 mm diminuiu acentuadamente, na profundidade de 4 - 8 cm, e no sistema P, na profundidade de 0 - 12 cm. Sob os sistemas FD e FH nota-se maior uniformidade na distribuição de volume de poros em profundidade. Verifica-se assim que as modificações na distribuição de tamanho e volume de poros influenciaram negativamente sobre o movimento da água no solo nos sistemas P e F. A erradicação do estrato arbustivo/arbóreo e a ação do fogo nos sistemas F, FH e FD, e a remoção do estrato herbáceo no sistema P, certamente expuseram o solo ao efeito mais intenso das chuvas principalmente na camada de 0 - 8 cm. HUDSON (1971) refere-se aos efeitos negativos da chuva sobre a estrutura do solo e a formação de camadas menos permeáveis à água e resistentes à penetração das raízes. O maior desenvolvimento do estrato herbáceo, composto principalmente por gramíneas nos sistemas FH e FD, pode ter acarretado a regeneração da estrutura, com efeitos positivos sobre a distribuição de poros por tamanho. No sistema F estes efeitos ficaram restritos à camada de 0 - 4 cm, condi -

cionados pelo maior conteúdo de matéria orgânica proveniente do estrato arbustivo/arbóreo que se desenvolveu após a queima. No sistema P ocorreu efeito negativo das pressões decorrentes do pastejo e da baixa densidade do estrato herbáceo. RAUZI & SMITH (1973) e TROMBLE et alii (1974) também observaram efeitos negativos do pastejo sobre o movimento da água no solo, e ANDERSON (1965) verificou que a taxa de infiltração da água no solo foi reduzida em consequência da ação do fogo.

Área 2 - Irauçuba

Em Irauçuba não houve efeito estatisticamente diferente dos sistemas sobre os valores de condutibilidade hidráulica do solo saturado e macroporosidade, nem correlação entre estes parâmetros (Quadros 10 e 11). A condutibilidade decresceu na ordem: T, FH, F, P e FD e a macroporosidade na ordem F, FD, FH, P e T (Quadro 4). O fato de não haver diferença significativa entre os valores das citadas propriedades pode ser atribuído ao menor desenvolvimento da vegetação - densidade do estrato arbustivo/arbóreo inferior a 500 plantas/ha - decorrente da espessura e presença de cascalho no horizonte A, além do regime pluviométrico da área, caracterizado por precipitação média anual menor que 600 mm e distribuição irregular das chuvas. Verifica-se no Quadro 14 que o valor médio da Biomassa nas parcelas, excluindo a submetida a pastejo, em Quixadá, é cerca de 1,5 vezes maior que em Irauçuba.

Segundo SERRES (1976), baseado em experiências desenvolvidas na África, 400 mm anuais, e uma distribuição de chuvas de modo que as precipitações não se interrompam por período superior a 15 dias no mês subsequente ao corte, são necessários para a reconstituição de uma cobertura de gramíneas.

5.3. - Compactação do solo

A compactação do solo foi avaliada através dos va

QUADRO 9 - Percentagem de Agregados - em duas classes de tamanho - e valores do Diâmetro Médio Ponderal e Condutibilidade hidráulica obtidos na Área 1 (Quixadá) sob cinco sistemas de manejo da vegetação. (médias de 6 repetições)

SISTEMA DE MANEJO DA VEGETAÇÃO	PROFUNDIDADE (cm)	TAMANHO DE AGREGADOS (mm)		DIÂMETRO MÉDIO PONDERAL	CONDUTIBILIDADE DE HIDRÁULICA DO SOLO SATURADO (cm/h)
		0,21-2,0	2,0-8,0		
Testemunha	0-8	5,4	65,7	3,35	10,48 a
	8-16	15,6	28,6 ab	1,65	6,44
Fogo	0-8	5,0	64,2	3,27	3,70 b
	8-16	16,9	34,4 ab	1,91	4,49
Fogo + Herbicida	0-8	4,4	68,9	3,49	10,21 a
	8-16	12,0	47,0 a	2,48	5,25
Fogo + Destocamento	0-8	6,5	60,7	3,11	10,61 a
	8-16	17,8	42,4 ab	2,27	4,50
Pastejo	0-8	5,4	67,9	3,46	2,58 b
	8-16	17,8	25,4 b	1,45	3,46

Os sistemas com a mesma letra, na profundidade indicada, não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 10 - Percentagem de Agregados - em duas classes de tamanho - e valores do Diâmetro médio ponderal e Condutibilidade hidráulica do solo saturado obtidos na Área 2 - (Irauçuba) - sob cinco sistemas de manejo da vegetação. (médias de 6 repetições)

SISTEMAS DE MANEJO DA VEGETAÇÃO	PROFUN- DIDADE (cm)	TAMANHO DE AGREGADOS (mm)		DIÂMETRO MÉDIO PONDERAL	CONDUTIBILIDA DE HIDRÁULICA DO SOLO SATU- RADO (cm/h)
		0,21-2,0	2,0-8,0		
Testemunha	0-8	10,2 a	54,6	2,84	19,69
Fogo	0-8	7,2 ab	55,6	2,86	14,72
Fogo + Herbicida	0-8	4,6 b	62,0	3,15	18,96
Fogo + Destocamento	0-8	5,3 b	45,8	2,35	12,75
Pastejo	0-8	6,7 b	50,7	2,61	13,55

QUADRO 11 - Correlações entre várias propriedades físicas determinadas na Área 1 - Quixadá - e na Área 2 (Irauçuba)

	ÁREA	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO LINEAR (r)		
		SILTE	MATÉRIA ORGÂNICA	MICROPOROSIDADE
CAPACIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL	1 - Quixadá	0,409*	0,373*	0,392*
	2 - Irauçuba	0,828***	0,059	0,493*
PERCENTAGEM DE AGREGADOS	1 - Quixadá	-	0,712***	-
	2 - Irauçuba	-	-0,102	-
		DENSIDADE DO SOLO	CONDUTIBILIDADE HIDRÁULICA	
MACROPOROSIDADE	1 - Quixadá	-0,364*	0,566**	
	2 - Irauçuba	-0,363	0,060	

- * significativa ao nível de 5% de probabilidade (teste t)
 ** significativa ao nível de 1% de probabilidade (teste t)
 *** significativa ao nível de 0,1% de probabilidade (teste t)

lores de densidade do solo contidos nos Quadros 3 e 4 é da distribuição de poros por tamanho, apresentada nas Figuras 7 a 12.

Área 1 - Quixadá

Verifica-se através do Quadro 3 que houve diferença significativa entre os efeitos dos sistemas sobre os valores de densidade do solo. Os sistemas T e FH apresentaram os menores valores e o sistema P o maior, todavia não diferiram dos valores dos outros sistemas. O efeito negativo dos sistemas P e F sobre a densidade do solo ocorreu na profundidade de 4 - 8 cm sob o sistema F e 0 - 12 cm sob o sistema P. O relativo aumento da macroporosidade e a diminuição dos valores de densidade do solo sob os sistemas FD e FH podem ser decorrentes, também, da regeneração da estrutura através da maior densidade do sistema radicular das gramíneas (HÉNIN, 1976).

Os efeitos dos sistemas sobre a compactação podem ser também observados nas Figuras 7 a 9, onde verifica-se decréscimo acentuado da porosidade em todas as classes de tamanho de poros, até a profundidade de 12 cm no solo sob o sistema P, em relação aos sistemas T, FH e FD. Esse decréscimo deve ser atribuído às pressões decorrentes do pastejo e ao efeito negativo das chuvas sobre o solo menos protegido, destituído de uma cobertura de gramíneas que pudesse anular ou atenuar a ação destes fatores.

A interação existente entre os efeitos dos sistemas e as profundidades (Apendice 2, Quadro A1) deve-se ao fato de a densidade do solo ter aumentado desproporcionalmente na profundidade de 4 - 8 cm sob o sistema F e na profundidade de 0 - 12 cm sob o sistema P, em relação aos demais sistemas.

A densidade do solo está correlacionada negativamente com a macroporosidade (Quadro 11). REEVE et alii (1973) também verificaram esta correlação.

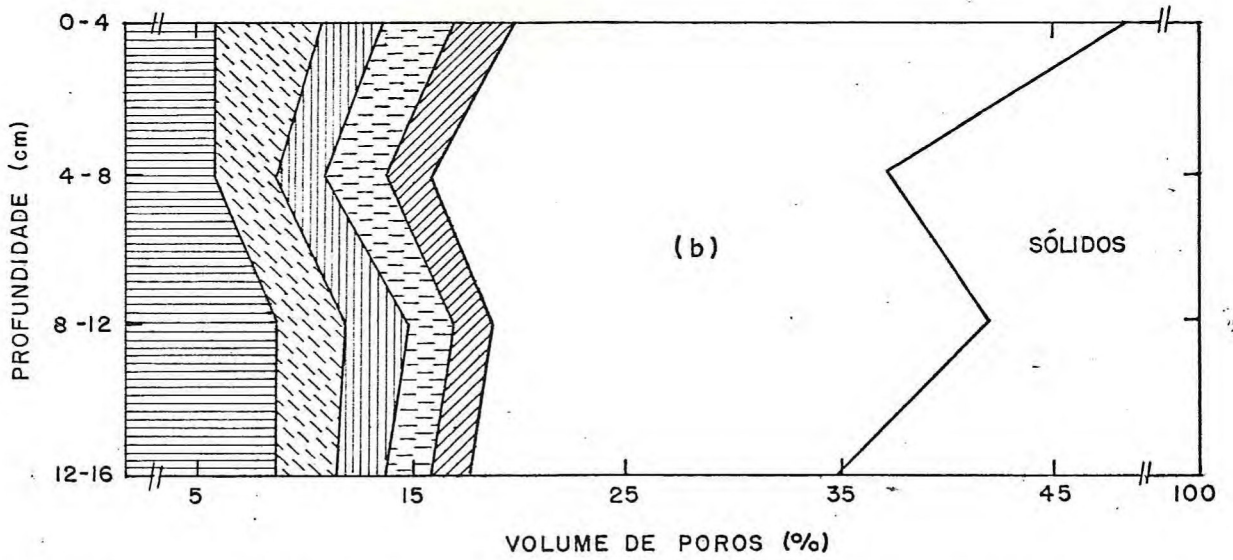
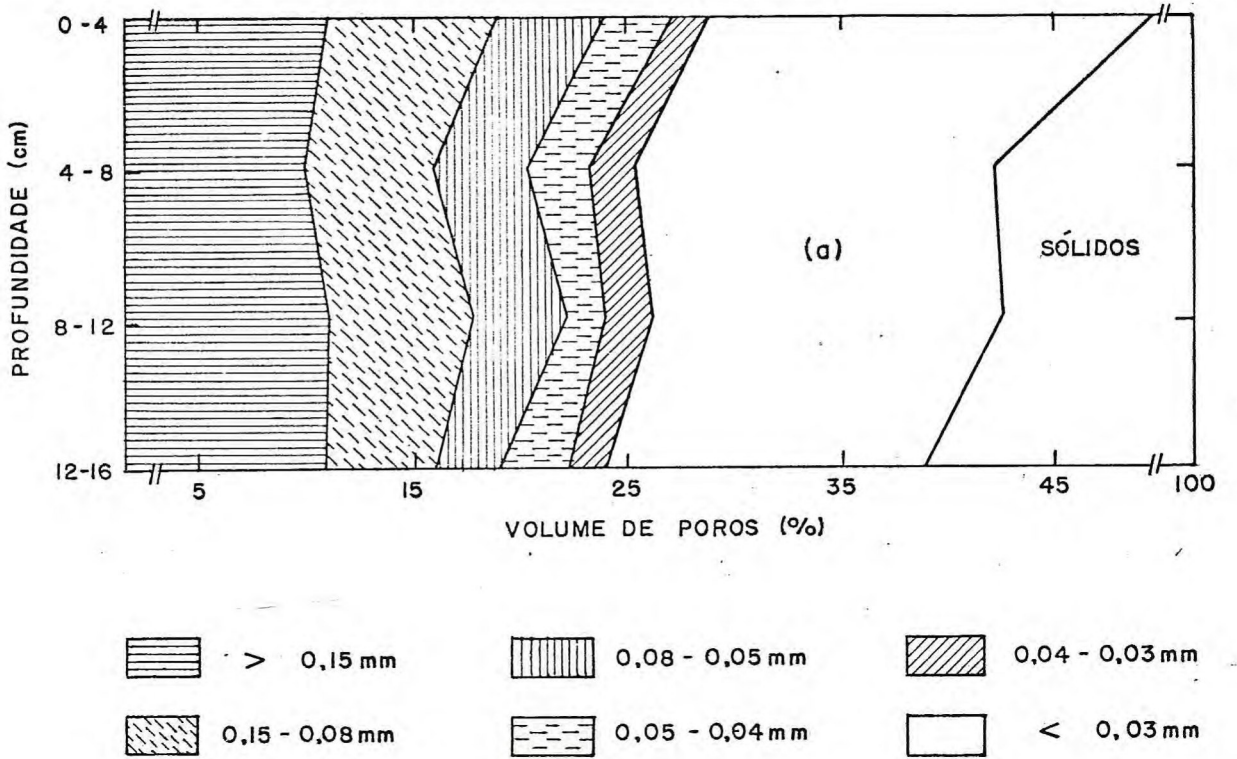


Figura 7 - Distribuição percentual de poros por tamanho na Área 1 (Quixadá) sob os sistemas: a) Testemunha e b) Fogo.

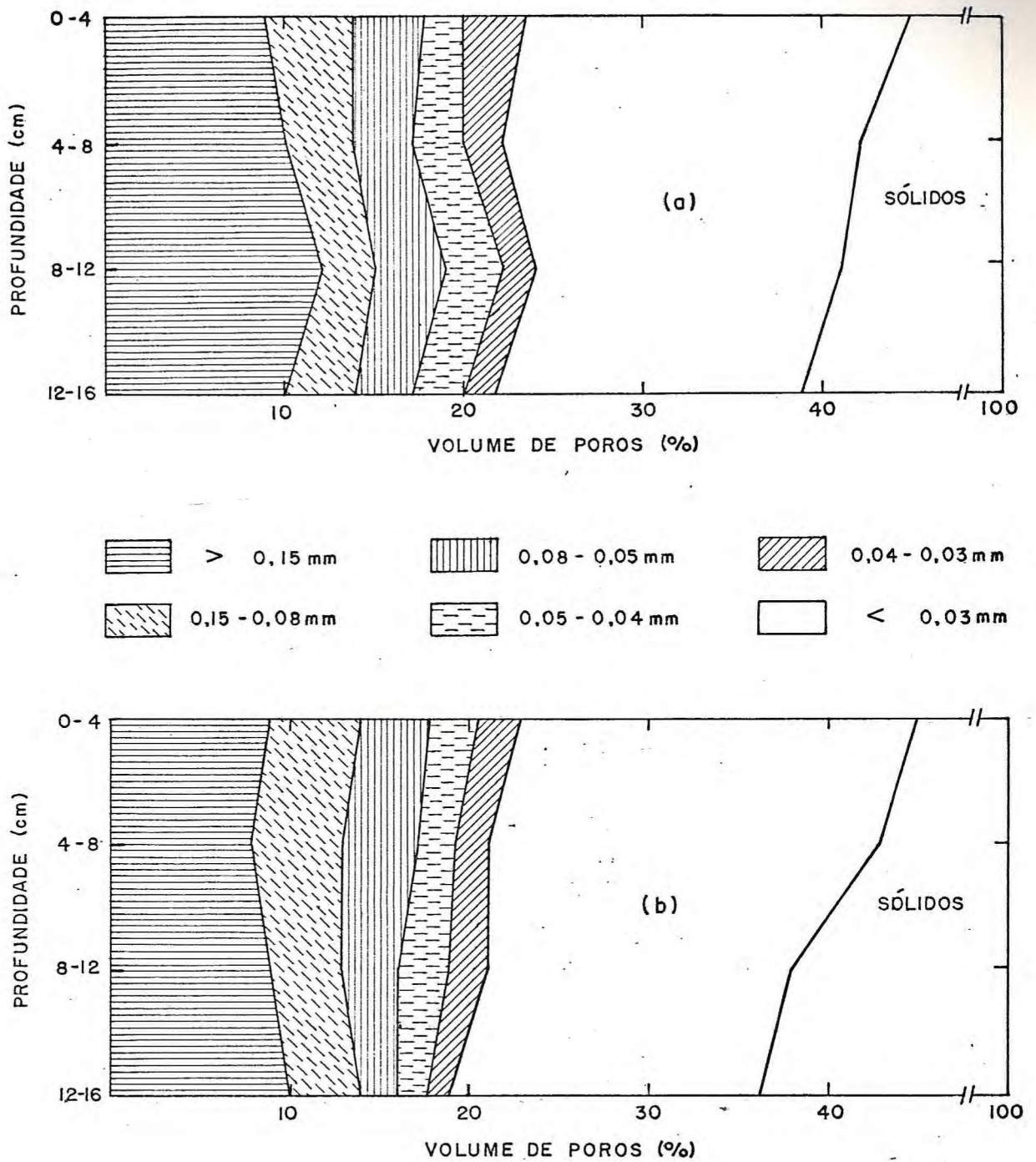


Figura 8 - Distribuição percentual de poros por tamanho na Área 1 (Quixadá) sob os sistemas a) Fogo + Herbicida e b) Fogo + Destocamento.

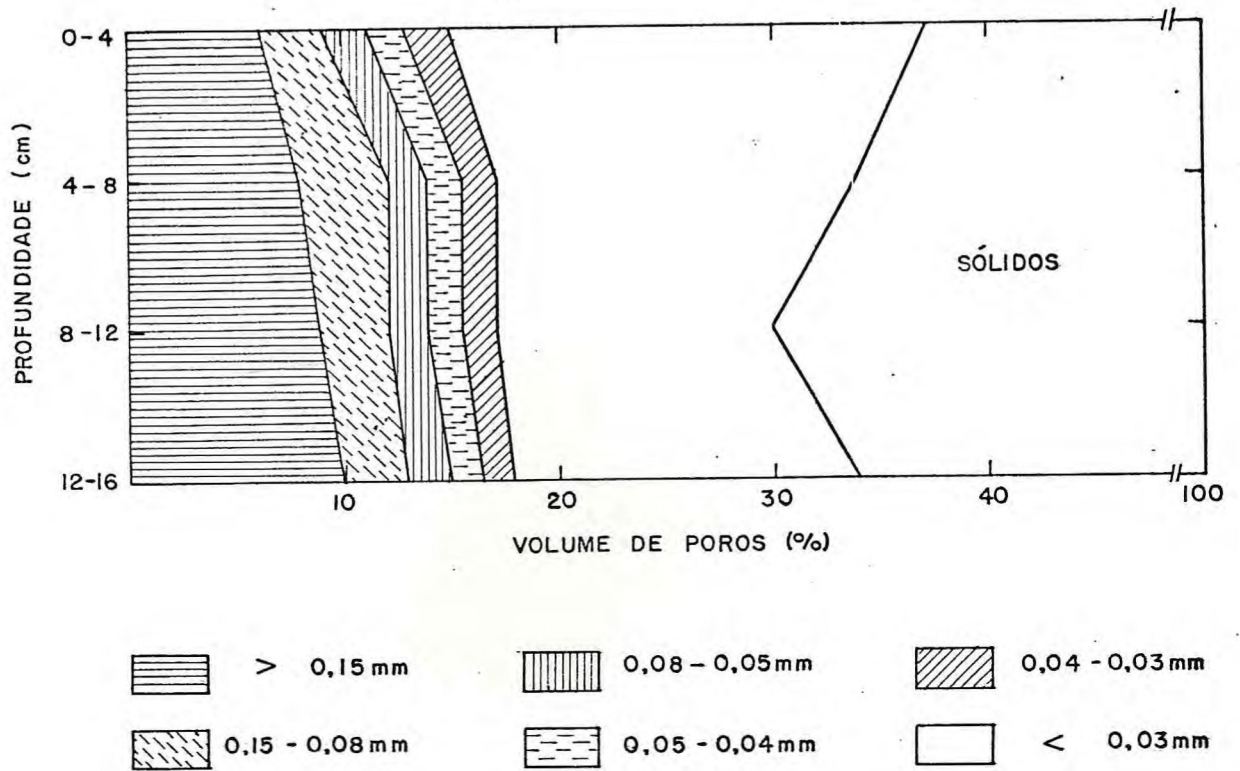


Figura 9 - Distribuição percentual de poros por tamanho na Área 1 (Quixadá) sob o sistema Pastejo.

QUADRO 12 - Distribuição de Poros por tamanho obtida na Área 1 (Quixadá) sob cinco sistemas de manejo da vegetação. (médias de 3 repetições)

SISTEMA DE MANEJO DA VEGETAÇÃO	PROFUNDIDADE	DISTRIBUIÇÃO DE POROS POR TAMANHO (% VOL.)						POROSIDADE TOTAL
		> 0,15mm	0,08 a 0,15mm	0,05 a 0,08mm	0,04 a 0,05mm	0,03 a 0,04mm	< 0,03mm	
Testemunha	0-4	11,0	8,0	5,1	3,0	2,3	20,4	49,8
	4-8	10,5	5,5	4,3	2,9	2,1	17,1	42,4
	8-12	11,4	6,5	4,0	2,5	1,7	16,5	42,6
	12-16	10,7	5,1	3,6	2,5	1,7	15,8	39,4
Fogo	0-4	6,4	4,3	3,6	3,1	2,8	24,7	44,9
	4-8	5,7	3,1	2,5	2,3	2,0	21,3	36,9
	8-12	9,2	3,3	2,6	2,3	1,9	22,4	41,7
	12-16	9,1	2,7	2,2	1,9	1,6	17,7	35,2
Fogo + Herbicida	0-4	9,2	4,9	3,6	2,6	2,3	22,2	44,8
	4-8	9,7	4,4	3,3	2,7	2,1	20,0	42,2
	8-12	11,7	3,7	3,6	2,8	2,3	16,8	40,9
	12-16	10,4	3,5	3,0	2,6	2,2	17,4	39,1
Fogo + Destocamento	0-4	8,6	5,5	4,2	2,8	2,3	21,4	44,8
	4-8	7,8	5,6	3,5	2,2	1,8	21,8	42,7
	8-12	9,3	4,1	3,0	2,3	1,8	17,6	38,1
	12-16	10,0	3,6	2,4	1,7	1,3	16,6	35,6
Pastejo	0-4	5,7	3,4	2,3	1,7	1,9	21,7	36,7
	4-8	7,5	4,2	2,8	1,3	1,4	16,6	33,8
	8-12	8,9	2,7	2,1	1,5	1,4	12,9	29,5
	12-16	10,2	2,9	2,1	1,7	1,6	15,0	33,5

Área 2 - Irauçuba

Embora não havendo diferença significativa entre os efeitos dos sistemas sobre a densidade do solo, nem correlação desta com a macroporosidade, seus valores aumentaram na seguinte ordem: F, FH, FD, T e P (Quadros 4 e 11).

Na profundidade de 0 - 4 cm os valores de densidade do solo foram significativamente menos elevados que à profundidade de 4 - 8 cm, o que deve ser atribuído ao maior teor de matéria orgânica naquela profundidade.

5.4. - Agregação do solo

A agregação foi avaliada através dos parâmetros diâmetro médio ponderal e tamanho de agregados estáveis em água, apresentados nos Quadros 9 e 10.

Área 1 - Quixadá

O efeito dos sistemas sobre a agregação, avaliada através do diâmetro médio ponderal, foi, em ordem decrescente; FH, FD, F, T e P, não havendo diferença significativa. Contudo observa-se no Quadro 9 que os sistemas FH e FD foram mais eficientes que os sistemas F e P e esta diferença pode ser atribuída à influência da cobertura vegetal e do sistema radicular das gramíneas. BAVER et alii (1973) refere-se ao efeito positivo do sistema radicular das gramíneas sobre a agregação.

Constatou-se correlação positiva entre percentagem de agregados e o teor de matéria orgânica (Quadro 11). Todavia os conteúdos de matéria orgânica e argila, relativamente mais altos sob o sistema F, não proporcionaram o maior efeito na agregação o que pode indicar que a ação do sistema radicular das gramíneas sobre o estado de agregação foi mais pronunciado que o efeito da matéria orgânica. LOW (1955) verificou a ação mecânica do sistema radicular na junção de partículas de areia.

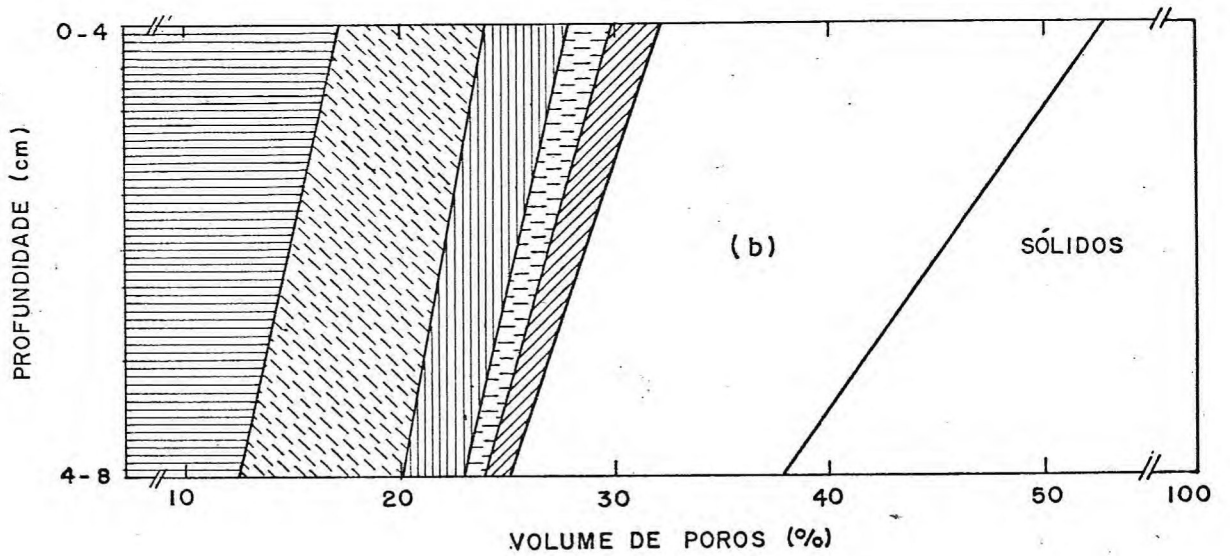
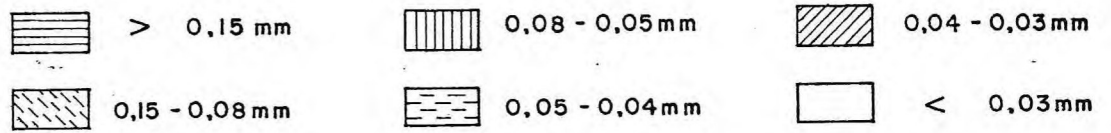
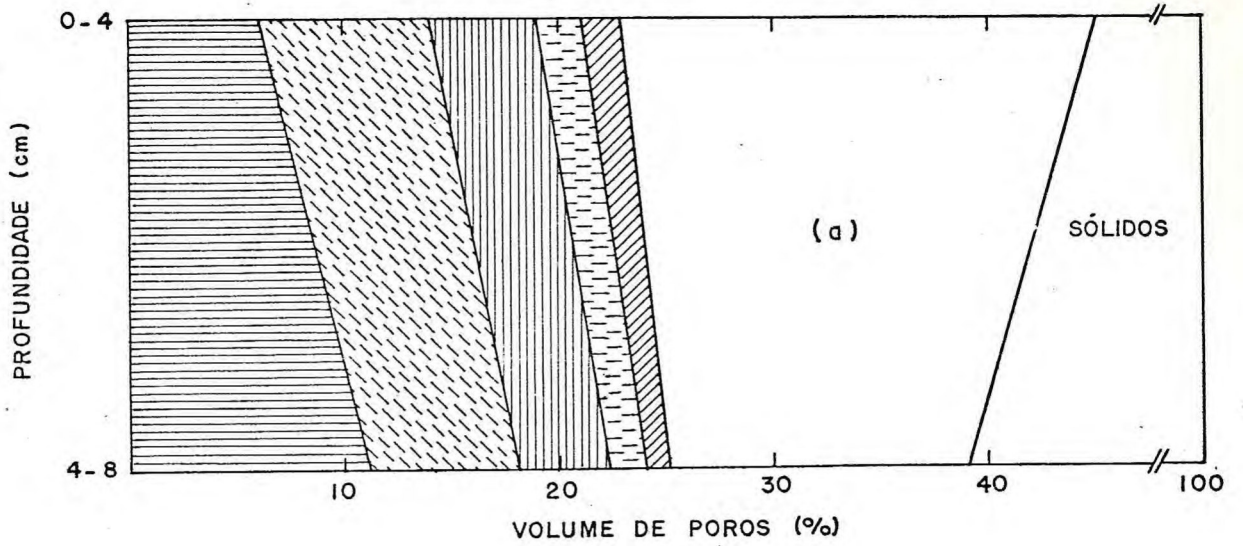


Figura 10 - Distribuição percentual de poros por tamanho na Área 2 (Irauçuba) sob os sistemas a) Testemunha e b) Fogo.

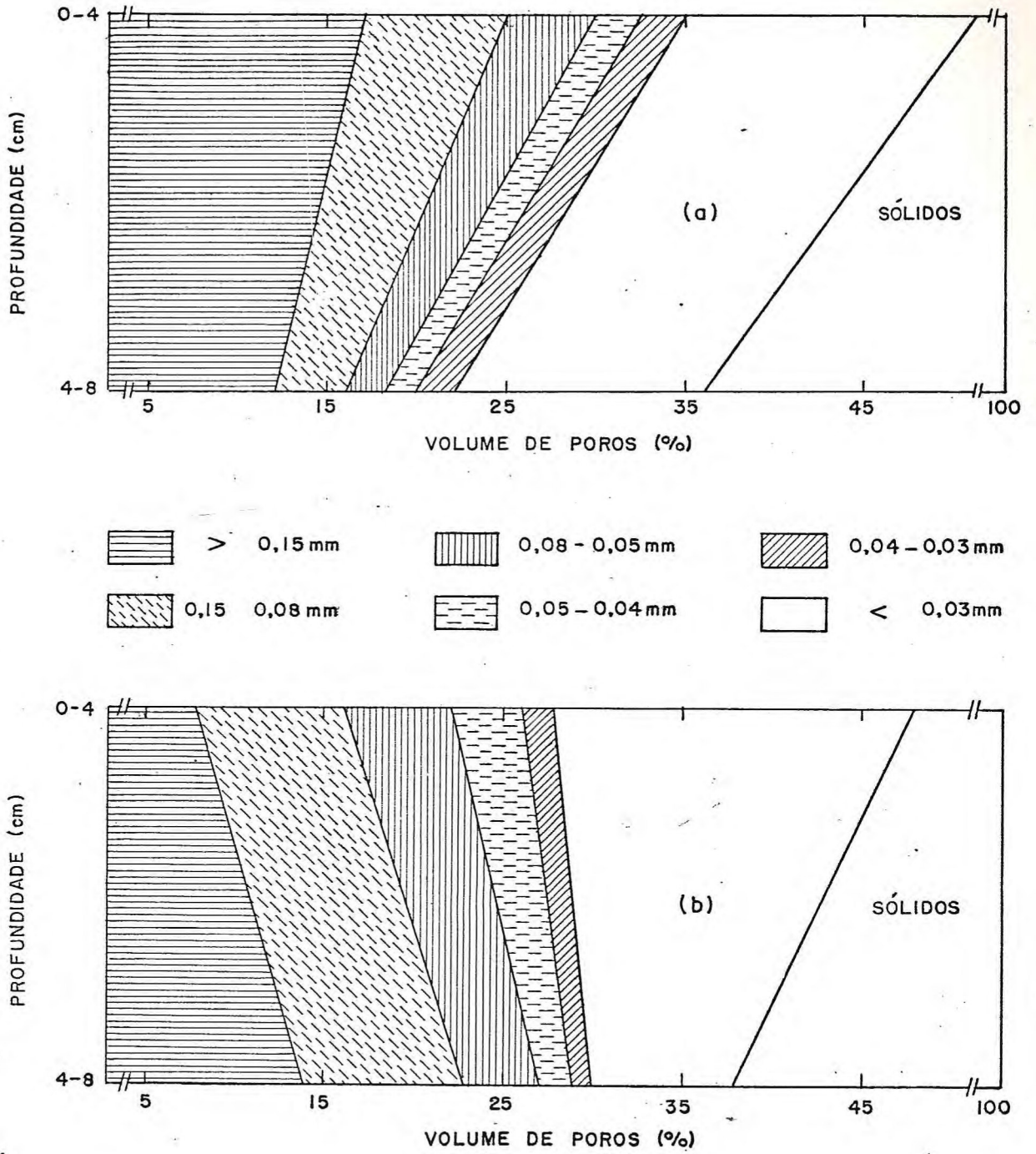


Figura 11 - Distribuição percentual de poros por tamanho na Área 2 (Irauçuba) sob os sistemas a) Fogo + Herbicida e b) Fogo + Destocamento.

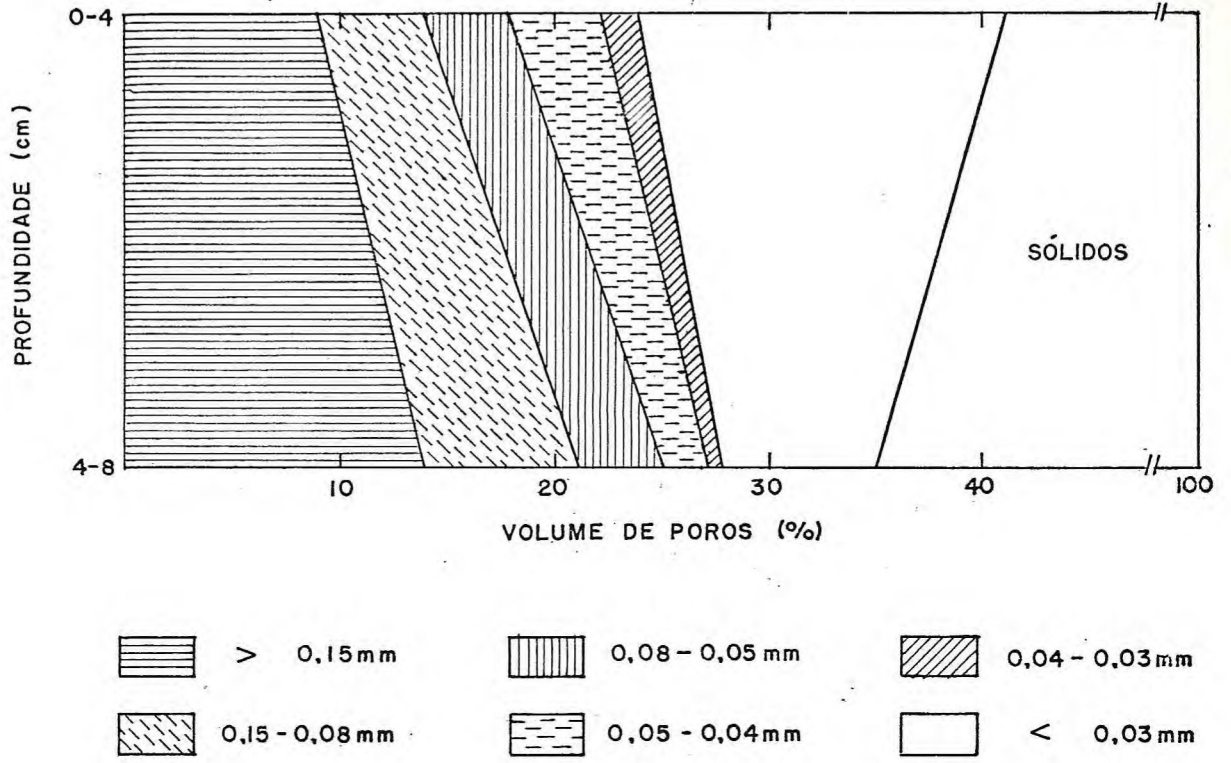


Figura 12 - Distribuição percentual de poros por tamanho na Área 2 (Irauçubal) sob o sistema Pastejo.

QUADRO 13 - Distribuição de Poros por Tamanhos obtida na Área 2 (Irauçuba) sob cinco sistemas de manejo da vegetação. (médias de 3 repetições)

SISTEMA DE MANEJO DA VEGETAÇÃO	PROFUNDIDADE (cm)	DISTRIBUIÇÃO DE POROS POR TAMANHO (% VOL.)						POROSIDADE TOTAL
		>0,15mm	0,08mm	0,05mm	0,04mm	0,03mm	< 0,03mm	
Testemunha	0-4	5,7	8,7	4,3	2,7	2,0	21,5	44,9
	4-8	11,4	6,5	3,9	2,2	1,3	13,7	39,0
Fogo	0-4	16,8	7,1	4,0	2,2	1,5	21,2	52,8
	4-8	12,5	7,4	3,0	1,5	0,8	12,6	37,8
Fogo + Herbicida	0-4	16,6	8,3	4,7	2,9	2,4	16,3	51,2
	4-8	11,8	4,2	2,5	1,8	1,4	14,1	35,8
Fogo + Destocamento	0-4	7,7	8,7	5,8	3,4	2,3	19,9	47,8
	4-8	14,0	9,4	3,6	1,7	1,2	8,3	38,2
Pastejo	0-4	8,8	5,1	4,1	3,6	2,7	16,8	41,1
	4-8	13,8	7,4	3,9	1,9	1,2	6,9	35,1

QUADRO 14 - Valores de Biomassa obtidos na estação seca de 1978, na Área 1 (Quixadá) e na Área 2 (Irauçuba) submetidas à cinco sistemas de manejo da vegetação. (15 repetições)

SISTEMA DE MANEJO DA VEGETAÇÃO	BIOMASSA TOTAL (kg/ha)	
	QUIXADÁ	IRAUCUBA
Testemunha	4.525 a	2.064 b
Fogo	4.000 a	3.336 a
Fogo + Herbicida	3.302 a	2.419 b
Fogo + Destocamento	3.330 a	2.694 ab
Pastejo	817 b	82 c
Valor médio das parcelas, excluindo a submetida a Pastejo	3.914	2.628

Os sistemas com a mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade.

A distribuição de agregados é apresentada no Quadro 9. Comparando-se a percentagem de agregados de 2,0 - 8,0 mm observa-se diferença significativa entre os efeitos dos sistemas na profundidade de 8 - 16 cm, sendo que o sistema FH corresponde ao maior valor e P ao menor, não havendo, porém, diferença significativa entre cada um deles e os demais sistemas. Por outro lado, não houve diferença significativa entre os efeitos dos sistemas sobre a formação de agregados de 0,21 - 2,0 mm, e seus valores decresceram, nos sistemas, na ordem: FD, P, T, F e FH, na profundidade de 0 - 8 cm; e na ordem: P, F, T, FD e FH na profundidade de 8 - 16 cm.

Verifica-se também diferença significativa entre as camadas consideradas. O diâmetro médio ponderal e a percentagem de agregados de 2,0 - 8,0 mm apresentaram valores mais elevados na camada de 0 - 8 cm e apenas a percentagem de agregados de 0,21 - 2,0 mm, na camada de 8-16 cm (Quadro 9). A maior quantidade de agregados de 2,0 - 8,0 mm na profundidade de 0 - 8 cm decorre do mais elevado teor de matéria orgânica e da ação do sistema radicular enquanto que a predominância de agregados de 0,21 - 2,0 mm na profundidade de 8 - 16 cm está relacionada ao conteúdo de argila.

Área 2 - Irauçuba

Não foi verificada diferença significativa entre os efeitos dos sistemas sobre o diâmetro médio ponderal, cujos valores se distribuíram na ordem decrescente: FH, F, T, P e FD (Quadro 10), o mesmo ocorrendo com a percentagem de agregados de 2,0 - 8,0 mm. No entanto a percentagem de agregados de 0,21 - 2,0 mm mostrou-se significativamente diferente; o sistema T correspondeu ao maior valor, não diferindo do sistema F. Contudo o sistema F não diferiu dos demais cujos valores, em ordem decrescente, corresponderam aos sistemas P, FD e FH (Quadro 10). Verifica-se que a distribuição de agregados não está estreitamente relacionada com o teor de matéria orgâ

nica (Quadro 11). O sistema F, mesmo apresentando o mais alto teor de matéria orgânica e argila não correspondeu a mais elevada percentagem de agregados. Por certo ocorreu influência das raízes, considerando-se que o desenvolvimento do estrato herbáceo nos sistemas T e F quase não diferiu dos sistemas FH e FD.

6. - CONCLUSÕES

A análise estatística, discussão e interpretação dos resultados conduziram às seguintes conclusões:

1. Os sistemas de manejo da vegetação na Área 1 - Quixadá - provocaram efeitos significativamente diferentes sobre os parâmetros, capacidade de água disponível, curva característica da água do solo, densidade do solo, macroporosidade, porosidade total, condutibilidade hidráulica do solo saturado, distribuição de poros por tamanho, teor de matéria orgânica e percentagem de agregados de 2,0- 8,0 mm.
2. Para a Área 1 - Quixadá - os sistemas podem ser ordenados, de acordo com a magnitude de seus efeitos sobre as propriedades físicas do solo, como segue:
 - a) Capacidade de água disponível: 1º) F; 2º) FD; 3º) P e FH; 4º) T.
 - b) Curva característica da água do solo: 1º) F; 2º) T, FH e FD; 3º) P.
 - c) Densidade do solo: 1º) T e FH; 2º) FD e F; 3º) P.
 - d) Macroporosidade: 1º) T; 2º) FH e FD; 3º) F e P.

- e) Porosidade total: 1º) T, FH, FD e F; 2º) P
- f) Condutibilidade hidráulica: 1º) FD, T e FH; 2º) F e P.
- g) Distribuição de poros por tamanho: 1º) T; 2º) FD, FH; 3º) F; 4º) P.
- h) Matéria orgânica: 1º) F; 2º) T e FH; 3º) FD e P.
- i) Percentagem de agregados de 2,0 - 8,0mm: 1º) FH; 2º) FD, F e T; 3º) P.
3. Os efeitos positivos dos sistemas na Área 1 - Quixadá - sobre as diversas características físicas do solo permitem ordená-los como segue: 1º) T; 2º) F e FD; 3º) FH; 4º) P.
4. Na Área 2 - Irauçuba os sistemas de manejo praticamente provocaram efeitos semelhantes. Somente a percentagem de agregados de 0,21 - 2,0 mm foi estatisticamente diferente. O sistema T foi o de maior valor diferindo de FH, FD e P, e o sistema F não diferiu dos demais.
5. Constatou-se diferença significativa, entre as profundidades consideradas, em relação a todas as propriedades e em ambas as áreas, a exceção da macroporosidade.
6. As diferenças na magnitude dos efeitos dos sistemas de manejo da vegetação entre as duas áreas estudadas podem ser atribuídos ao comportamento da vegetação condicionada pela espessura e ocorrência de cascalho no horizonte A e pelo clima, especialmente pela pluviosidade.
7. O número de correlações estatisticamente significantes entre as propriedades estudadas foi maior na Área 1 - Quixadá.
8. A metodologia mostrou-se adequada à avaliação dos efeitos do manejo da vegetação sobre as propriedades físicas dos solos estudados, permitindo detectar efeitos que puderam ser discriminados estatisticamente.

7. - SUMMARY

The effects of five management systems of natural vegetation on soil physical properties were studied on two areas of the state of Ceará, Brazil. The study was performed seven years after the removal and control of the bush and tree covers by means of burning, herbicides and manually, in three of the systems, and continuous grazing in the fourth. Solodized Solonetz and "Solodic Planosol" soils occur in associations on both areas, located in Quixadá and Irauçuba counties.

Undisturbed soil core samples, aggregates and bulk samples were collected at 0 - 8 and 8 - 16 cm depths, in Quixadá, and at 0 - 8 cm depth in Irauçuba.

Soil properties studied were organic matter, bulk density, total pore space, pore-size distribution, available water capacity, soil-water characteristic curve, saturated hydraulic conductivity and size distribution of water-stable aggregates.

The experimental design was a random one with three and six replications. Subdivided blocks were used for the majority of properties studied in Quixadá and for some of them in Irauçuba.

The effects of management systems on soil physical

properties were statistically different in Quixadá. Increase in grass cover on systems where the shrubs and trees were removed positively affected the properties studied, in comparison with the system under continuous grazing. However, the effects did not overcome those observed under the natural vegetation system.

Lack of statistical significance between the management systems in Irauçuba could be due to limited growth of the vegetation reflecting adverse climatic conditions and thickness of gravelly horizon A.

8. - LITERATURA CITADA

01. ANDERSON, E.W. Indicators of soil Moviment on Range Watersheds. J. Range Management. Denver, 27 (3): 244-7, 1974.
02. ANDERSON, K.L. Time of Burning as it Affects Soil Moistu re in an Ordinary Upland Bluestem Prairie in Flint Hills. J. Range Management. Denver, 18: 311-6, 1965.
03. ANDERSON, M. A. & BROWNING, G. M. Some Physical and Chemi cal Properties of six Virgin and six Cultivated Iowa Soils. Soil. Sci Soc. Am. Proc. Madison, 14: 370-4, 1949.
04. ARCHER, J. R. & SMITH, P. D. The Relation between Bulk Density, Available Water Capacity, and Air Capacity of Soils. J. Soil Sci. Oxford, 23(4): 475-9, 1972.
05. BAKER, F. G.; VENEMAN, P. L. M. & BOUMA, J. Limitation of the Instantaneous Profile Method for Measurement of Un saturated Hidraulic Conduitivity. Soil Sci Soc. Am. Proc. Madison, 38: 886-7, 1974.
06. BAVER, L. D.; GARDNER, H. W. & GARDNER, W.R. Estrutura de los Suelos. In: _____. Física de Suelo. Mexico, Uni on Tipográfica Editorial Hispano-Americana, 1973, p. 165-83. Traduzido do original "Soil Physics", 4 ed.

07. BLAKE, G. R. Bulk Density. In: BLACK, C. A. ed. Methods of Soil Analysis. Madison, Am. Soc. of Agron., 1965, part. 1, p. 374-7.
08. BRASIL. Minist. da Agricultura. Normais Climatológicas. Rio de Janeiro, 1970, v.2, p. 19-25.
09. CARVALHO, L. G. de Oliveira. Genese dos Solos Halomórficos. In: BRASIL. Minist. da Educação e Cultura/USAID. Treinamento para Levantamento de Solos. 1960. Mimeog.
10. COELHO, Mardonio Aguiar. Características de Umidade de alguns Solos de Aluvião: normais, sódicos e sódico-salinos. Rio de Janeiro. UFRRJ, 1971. 113p. (Tese de Mestrado).
11. FERNANDES, Bairon. The Effects of Tillage Systems on Soil Physical Properties. Indiana, Purdue University. 1976. 122p. (PhD Dissertation).
12. FRANZMEIER, D. P.; WHITESIDE, E. P. & ERICKSON, A. E. Relationships of Textura Classes of Fine Earth to Readily Available Water. In: Transactions of 7th International Congress of Soil Science. Madison, 1960. v.1, p.354-63.
13. FREIRE, J. W. O Efeito da Vegetação sobre a Agregação do Solo. Revista de Agricultura. Piracicaba, 49: 29-38 1974.
14. GOMES, A. S.; PATELLA, J. F. & PAULETTO, E. A. Efeitos de Sistemas e Tempo de Cultivo sobre a Estrutura de um solo Podzólico Vermelho Amarelo. R. bras. Ci. Solo. Campinas, 2 (1): 17-21, 1978.
15. GOMES, Frederico Pimentel. Curso de Estatística Experimental. Piracicaba, USP- ESALQ., 1973. 430 p.
16. GRADWELL, M. W. The Moisture-Holding Properties of Waikato Soils and Methods of their Determination. New Zealand J. Agric. Research. Wellington, 11: 631-54, 1968..

17. GRADWELL, M. W. Laboratory Test Methods for the Structural Stabilities of Soil Under Grazing. In: Transactions of 10 th International Congress of Soil Science. Moscow, International Society of Soil Science, 1974. v.1, p. 341-9.
18. GROHMANN, F. Análise de Agregado de Solos. Bragantia. Campinas, 19(13): 202-12, 1960.
19. HÉNIN, S. Cours de Physique du Sol. Paris, ORSTOM, 1976. 157p. v.1 Coll. Initiations - doc. techn. n.28.
20. HILL, J. N. S. & SUMNER, M. E. Effects of Bulk Density on Moisture Characteristics of Soils. Soil Sci. Baltimore 103(4): 234-8, 1967.
21. HILLEL, Daniel. O Movimento da Água no Solo Saturado. In: _____. Solo e Água, Fenômenos e Princípios Físicos. Porto Alegre, Dept^o de Solos da UFRGS, 1970. p.87-8. Trad.
22. HUDSON, Norman. Soil Conservation. New York, Cornell University Press, 1971. 320p.
23. JACOMINE, P. K. T. et alii. Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará. Recife, Minist. da Agricultura - DNPEA - Div. Pesq. Pedológicas, 1973. v.1, Série Pedologia, n.16, 301p.
24. JAMISON, V. & KROTH, E. M. Available Moisture Storage Capacity in Relation to Textural Composition and Organic Matter Content of Several Missouri Soils. Soil Sci Soc Am. Proc. Madison, 22 (3): 189-92. 1958.
25. KEMPER, W. D. & CHEPIL, W. S. Size Distribution of Aggregates. In: BLACK, C. A., ed. Methods of Soil Analysis. Madison, Am. Soc. of Agron, 1965. Part 1, p. 499-509.
26. LEAMER, R. W. & SHAW, B. A. A simple Apparatus for Measuring Noncapillary Porosity on an Extensive Scale. J. Am. Soc. Agron. Madison, 33: 1003-8, 1941.

27. LOW, A. J. Improvements in the Strutral State of Soils under Leys. J. Soil Sci. Oxford, 6(2): 179-97, 1955.
28. LUND, F. Z. Available Water-Holding Capacity of Alluvial Soils in Louisiana. Soil Sci Soc. Am. Proc. Madison, 23(1): 1-3, 1959.
29. MANSON, D. D.; LUTZ, J. F. & PETERSEN, R. G. Hydraulic Conduitivity as Related to Certain Soil Properties in a Number of Great Soil Groups Sampling Erros Involved. Soil Sci Soc. Am. Proc. Madison, 21: 554-60. 1967.
30. MAZURAK, A. P.; CHESNIN, L. & THIJEEL, A. A. Effects of Beef Cattle Manure on Stability of Soil Aggregates. Soil Sci Soc. Am. J. Madison, 41: 613-5, 1967.
31. MELO, J. de Oliveira. Estudos e Atividades de Solo no Governo Virgílio Távora. Fortaleza, SUDEC/Dept^o Imprensa Oficial, 1966. 319p.
32. MELLO NETTO, Antonio Vieira de. Influência do Manejo nos Parâmetros de Fertilidade dos Latossolos de Tabuleiro do Nordeste e Sudeste do Brasil. Rio de Janeiro, UFRRJ, 1978. 105p. (Tese de Mestrado).
33. NELSON, W. L. & BAVER, L.D. Movement of Water trough Soil in Relation to the Nature of Pores. Soil Sci Soc. Am. Proc. Madison, 5: 69-76. 1940.
34. NIELSEN, D. R.; BIGGAR, J. W. & ERH, K. T. Spatial Variability of Soil Water Properties. Hilgardia. Berkeley, 42(1): 215-63, 1973.
35. OLIVEIRA, L. B. de. Estudo do Sistema Solo-Água-Planta, em Solos do Nordeste. Bol. Tec. Inst. Agron. Nord. Recife, 14: 30-2. 1960.
36. OLIVEIRA, L. B. de. Coeficiente de Permeabilidade de Dois

- Tipos de Solos da Estação Experimental do Curado. Bol. Tec. Inst. Agron. Nord. Recife, 16: 3-32. 1961.
37. OLIVEIRA, L. B. de. Estudo Físico Hídrico do Solo - Caracterização Completa sob o Ponto de Vista Físico de uma Área Experimental da Série Recife, Localizada na Estação Experimental do Curado. Bol. Tec. Inst. Agron. Nord. Recife, 19: 3-38. 1963.
38. OLIVEIRA, L. B. de & MARTINS, A. M. C. M. Considerações sobre a Umidade a 15 atmosferas e a Umidade de Murchamento (Método Fisiológico) em Solos do Nordeste. Pesq. Agr. bras. Rio de Janeiro, 1 : 91-5. 1966.
39. OLIVEIRA, L. B. de. O Estudo Físico do Solo e a Aplicação Racional de Técnicas Conservacionistas. Pesq. Agr. bras. Rio de Janeiro, 2: 281-5. 1967.
40. OLIVEIRA, L. B. de. & MELLO, V de. Caracterização Físico-Hídrica do Solo. I. Unidade Itapirema. Pesq. Agr. bras. Rio de Janeiro, 5: 35-48. 1970.
41. OLIVEIRA, L.B. de. & MELLO, V de. Estudo da Disponibilidade de de Água em um Solo da Estação Experimental de Itapirema, Pernambuco. Pes. Agr. bras. Rio de Janeiro, 6: 31-7. 1971.
42. PEARSON, R. W. Soil Environment and Root development. In: PIERRE, W. H. ed. Plant Environment and Efficient Water Use. Madison, American Society of Agronomy/Soil Science Society of American. 1965. p.110-5.
43. PETERSEN, G. W; CUNNINGHAM, R. L. & MATELSKI, R.P. Moisture Characteristics of Pennsylvania Soils: I. Moisture Retention as Related to Texture. Soil Sci. Soc. Am. Proc. Madison, 32: 271-5. 1968.

44. RAUZI, F. & SMITH, F. M. Infiltration Rates: Three Soils with Three Grazing Levels in Northeastern Colorado. J. Range Management. Denver, 26(2): 126-9. 1973.
45. REEVE, M.J. SMITH, P.D. & THOMASSON, A. J. The Effects of Density on Water Retention Properties of Field Soils. J. Soil Sci. Oxford, 24(3): 355-67, 1973.
46. REICHARDT, Klaus, Processos de Transferência no Sistema Solo-Planta-Atmosfera. S.Paulo, Fundação Cargill, 1975. 286p.
47. REICHARDT, K.; GROHMANN, F.; LIBARDI, P. L. & QUEIROZ, S. V. Spatial Variability of a Tropical Soil: II. Soil Water Retention Curves and Hydraulic Conductivity. CENA, Piracicaba. 1976. 28p. Bol. Tec. 005.
48. REICHARDT, K.; LIBARDI, P. L. & NASCIMENTO FILHO, V. F. Condutividade Hidráulica Saturada de um Perfil de Terra Roxa Estruturada (Alfisol). R. bras. Ci. Solo. Piracicaba, 2(1): 21-3-1978.
49. RICHARDS, L. A. & WEAVER, L. R. Fifteen-Atmosphere-Percentage as Related to the Permanent Wilting Percentage. Soil Sci. Baltimore, 56: 331-9, 1943.
50. RICHARDS, L.A. ed. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soil. Washington, USDA. 1954. Agriculture Handbook, n. 60.
51. RIVERS, E. D. & SHIPP, R. F. Available Water Capacity of Sandy and Gravelly North Dakota Soils. Soil Sci. Baltimore, 113(2): 74-80. 1972.
52. SALTER, J. & WILLIAMS, J. B. The Influence of Texture on the Moisture Characteristics of Soil, Quantitative Relationships between Particle Size, Composition and

- Available-Water Capacity. J. Soil Sci. Oxford, 17: 93-8. 1966.
53. SERRES, H. Relatório de Missão nas Zonas Secas do Nordeste do Brasil. França, Grupo de Estudos de Pesquisas para o Desenvolvimento da Agronomia Tropical (G. E. R. D. A. T.), 1976. 35p. Traduzido do original "Rapport de Mission dans les Zones Seches du Nord-est du Bresil"
54. SILVA, S. T. Atividade Agrária. In: FUNDAÇÃO IBGE - Superintendência de Estudos Geográficos e Sócio - Econômicos. Geografia do Brasil, Região Nordeste. Rio de Janeiro, Diretoria de Divulgação, 1977. v.2 p. 274-324.
55. SMITH, D. R. Effects of Cattle Grazing on a Ponderosa Pine-Bunchgrass Range in Colorado. Washington. Forest Service, USDA, 1967.
56. SMITH, R. M.; BROWNING, D.R. & POHLMAN, G. G. Laboratory Percolation through Undisturbed Soil Samples in Relation to Pore-Size Distribution. Soil Sci. Baltimore, 57: 197-213, 1944.
57. SUDENE. Dept^o. de Recursos Naturais/Association pour L'organisation des Missions de Cooperation Technique (ASMIC). Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe, Pedologia. Recife, Grupo de Estudos do Vale do Jaguaribe, 1967, v.3, p. 26-8. Traduzido do original "Mise en Valeur du Bassin du Jaguaribe, Pedologie".
58. SUDENE. Dados Pluviométricos Mensais "In Natura". Recife, Departamento de Recursos Naturais. Divisão de Hidrologia, sd.
59. THOMASSON, A. J. & ROBSON, J. D. The Moisture Regime of Soils Developed on Kenper Marl. J. Soil Sci. Oxford, 18(2): 329-40, 1967.

60. THORP, J. & SMITH, G. D. Higher Categories of Soil Classification: order, suborder and great soil groups. Soil Sci. Baltimore, 67: 117-26, 1949.
61. TROMBLE, J. M.; RENARD, K. G. & THATCHER, A. P. Infiltration for Three Rangeland Soil-Vegetation Complexes. J. Range Management. Denver, 27(4): 318-21, 1974.
62. UFC. Centro de Tecnologia. Escola de Agronomia. Postulação de Recursos dirigida ao Banco do Nordeste do Brasil S. A. para Financiamento de Plano de Pesquisa a ser Desenvolvido pelo Deptº de Zootecnia da UFC. Fortaleza, Deptº Zootecnia, 1970.
63. UFC. Centro de Ciências Agrárias. Deptº de Zootecnia. Relatórios Parciais do Convênio Forragicultura e Nutrição Animal, Celebrado entre o BNB e a UFC. Fortaleza, Deptº Zootecnia, 1979.
64. VEIHMEYER, F. J. & HENDRICKSON, A. H. The Moisture Equivalent as a Measure of the Field Capacity of Soil. Soil Sci. Baltimore, 32: 181-93, 1931.
65. VETTORI, L. Métodos de Análise de Solo. Rio de Janeiro, Minist. da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. Bol. Tec. n.7, 24p.
66. YODER, R. E. A Direct Method of Aggregate Analysis of Soil and a Study of the Physical Nature of Erosion Losses. J. Am. Soc. Agron. Madison, 28: 337-51, 1936.
67. WILSON, H. A. Effects of Vegetation Upon Aggregation in Strip Mine Spoils. Soil Sci Soc. Am. Proc. Madison, 21: 637-40, 1957.

8. - APENDICES

Apendice 1 - Descrições dos Perfis de Solo e Resultados de
Análises.

Perfil nº 1

Classificação - Solonetz Solodizado A fraco textura arenosa/média fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

Localização - Estado do Ceará, município de Quixadá, Fazenda Iracema.

Situação e declive - Trincheira aberta em local de vegetação natural a 20 m do limite E e 10 m do limite N da parcela testemunha do experimento Controle de Invasoras em Grandes Áreas de Pastagens, com 2 a 3% de declive.

Altitude - Aproximadamente 300 m.

Litologia e formação geológica - Pré-Cambriano. Gnaisse

Material originário - Saprolito do gnaisse.

Relevo local e regional - suave ondulado.

Erosão - não aparente.

Drenagem - Imperfeitamente drenado.

Vegetação: local - Marmeleiro, sabiá, jurema, umará, pereiro, pacotê, catingueira e capim panasco.

regional - Caatinga hiperxerófila.

Uso atual - sem uso.

DESCRIÇÃO DO PERFIL

A₁ - 0 - 5 cm, bruno escuro (10 YR 4/3, úmido); franco arenoso; fraca pequena blocos subangulares e média granular; ligeiramente duro, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição ondulada e clara.

A₂ - 5 - 18 cm, bruno amarelado (10 YR 5/8, úmido), mosqueado comum pequeno difuso amarelo brunado (10 YR 6/8, úmido); franco arenoso; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, não plástico e não pegajoso; transição ondulada e clara.

- IIB₂₁ - 18 - 35 cm, coloração variegada composta de bruno (10 YR 5/3, úmido), vermelho (2,5 YR 5/6, úmido) ; argila com cascalho; forte grande blocos angulares; muito duro, muito firme, muito plástico e muito pegajoso ; transição ondulada e clara.
- IIB₂₂ - 35 - 52 cm, bruno oliva (2,5 Y 4/4, úmido); franco argilo arenoso; forte grande prismática; duro, firme , muito plástico e muito pegajoso; transição ondulada e gradual.
- B₃ - 52 - 70+cm, amarelo oliva (2,5 Y 6/6, úmido); franco ' argilo arenoso com cascalho; forte grande blocos angulares; duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Calhaus e matacões - Ocorrência de calhaus nos horizontes IIB₂₁ e IIB₂₂ , e de matacões na superfície.

Resultado de Análises - Perfil 1.

SÍMBOLO	HORIZONTE Profundidade cm	AMOSTRA SECA AO AR %			GRANULOMETRIA %				CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL
		Calhaus	Cascalho	Terra fina	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	
A ₁	0 - 5	0	0,3	99,7	22,9	50,5	18,3	8,3	Franco Arenoso
A ₂	5 - 18	0	2,8	97,2	33,2	43,5	16,2	7,1	Franco Arenoso
IIB ₂₁	18 - 35	2,6	18,2	79,2	21,3	19,4	9,0	50,3	Argila
IIB ₂₂	35 - 52	0	5,2	94,8	25,9	26,1	14,3	33,7	Fr. Arg. Aren.
B	52 - 70 ⁺	4,0	8,1	87,9	25,3	32,7	14,9	27,1	Fr. Arg. Aren.

DENSIDADE REAL (g/cm ³)	UMIDADE (% peso)		Água útil (% peso)	pH H ₂ O	CE (mmhos/cm)	Carbono %	Nitrogênio %	C/N	Matéria orgânica %
	1/3 Atm	15 Atm							
2,5	9,1	4,0	5,1	5,40	0,47	1,536	0,118	13	2,64
2,6	5,9	2,5	3,4	5,10	0,45	0,312	0,036	8	0,53
2,6	27,0	16,4	10,6	6,20	1,42	0,564	0,050	11	0,97
2,6	21,1	11,4	9,7	7,80	2,80	0,240	0,028	8	0,41
2,6	23,1	10,0	13,1	8,20	3,00	0,180	0,017	10	0,30

COMPLEXO SORTIVO mE/100 g Solo								100S/T (V) %	Na %	P assimilá vel mg/100 g
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	T			
3,00	0,80	0,20	0,11	4,11	2,97	0,08	7,08	58	1,56	0,13
1,70	3,60	0,08	0,11	5,49	1,81	0,35	7,30	75	1,51	0,04
4,80	8,60	0,15	3,08	16,63	1,98	0,03	18,61	89	16,55	0,03
3,30	7,20	0,14	3,74	14,38	0,00	0,00	14,38	100	26,01	0,11
4,00	8,00	0,14	4,07	16,21	0,00	0,00	16,21	100	25,11	0,17

Perfil nº 2

Classificação - Planosol Solódico A fraco textura arenosa/média fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

Localização - Estado do Ceará, município de Irauçuba, Fazenda Cachoeira.

Situação e declive - Trincheira aberta em local de vegetação natural a 30 m do limite SW e 20 m do limite SE da parcela testemunha do experimento Controle de Invasoras em Grandes Áreas de Pastagens, com declive de 3 a 4%.

Altitude - Aproximadamente 280 m.

Litologia e formação geológica - Pré-Cambriano. Gnaisse.

Material originário - Saprolito de gnaisse.

Relevo : local e regional - suave ondulado.

Erosão - Moderada e em sulcos repetidos ocasionalmente.

Drenagem - Imperfeitamente drenado.

Vegetação: local - Páú branco, mufumbo, ranso, malva, pião bamburral e capim panasco.
regional - Caatinga hiperxerófila.

Uso atual - sem uso.

DESCRIÇÃO DO PERFIL

- A₁ - 0 - 4 cm, bruno amarelado escuro (10 YR 4/4, úmido) ; franco arenoso; moderada pequena granular; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e abrupta.
- A₂ - 4 - 25 cm, bruno amarelado (10 YR 5/6, úmido); areia franca cascalhehta; fraca média blocos subangulares ; macio, não plástico, não pegajoso; transição ondulada e abrupta.
- IIB₂ - 25 - 33⁺ cm, coloração variegada composta de bruno oliva claro (2,5 Y 5/4, úmido) e vermelho amarelado (5 YR 5/6, úmido); argila arenosa com cascalho; forte

grande blocos angulares; extremamente duro, extremamente firme, plástico e muito pegajoso.

Calhaus e matacões - Ocorrência de calhaus no horizonte IIB₂ e de matacões na superfície.

Resultado de Análises - Perfil 2.

HORIZONTE		AMOSTRA SECA AO AR %			GRANULOMETRIA %				CLASSIFICAÇÃO
Símbolo	Profundidade cm	Calhaus	Cascalho	Terra fina	Areia Grossa	Areia fina	Silte	Argila	TEXTURAL
A ₁	0 - 4	0	2,1	97,9	23,1	45,6	22,7	8,6	Franco Arenoso
A ₂	4 - 25	0	31,8	68,2	61,1	21,2	12,2	5,5	Areia Franca
IIB ₂	25 - 33 ⁺	2,6	8,8	88,6	35,4	14,2	10,8	39,6	Argila Arenosa

DENSIDADE REAL (g/cm ³)	UMIDADE (% peso)		Água útil (% peso)	pH H ₂ O	CE (mmhos/cm)	Carbono %	Nitrogênio %	C/N	Matéria orgânica % (100 - % cinzas)
	1/3 Atm	15 Atm							
2,6	12,6	3,4	9,2	5,50	0,65	1,548	0,132	11	2,66
2,6	10,6	2,1	8,4	5,30	0,40	0,198	0,030	6	0,34
2,6	22,7	12,8	9,9	5,50	0,88	0,240	0,031	7	0,41

COMPLEXO SORTIVO mE/100 g Solo										100S/T (V) %	Na %	P assimilá- vel mg/100 g
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	T					
3,10	2,30	0,43	0,18	6,01	3,13	0,05	9,14			65	1,97	0,88
1,15	2,65	0,17	0,15	4,12	1,56	0,32	5,69			72	2,63	0,12
6,00	8,00	0,17	1,81	15,98	2,31	0,34	18,29			87	9,90	0,20

Apendice 2 - Quadros das Análises da Variância.

Quadro A1 - Análise da variância dos valores de Densidade do solo e Porosidade total obtidos na Área 1 (Quixadá) sob cinco sistemas de manejo da vegetação.

FONTE DA VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADO MÉDIO	
		Densidade do solo	Porosidade total
Sist. Manejo Veget.	4	0,0962**	178,7328**
Resíduo (a)	10	0,0152	19,0462
Sistema X Profundidade	(15)	0,1695**	213,7549**
Profundidade dentro T	3	0,0453**	58,5742**
Profundidade dentro F	3	0,0445**	59,2633**
Profundidade dentro FH	3	0,0285**	17,3722*
Profundidade dentro FD	3	0,0303**	52,4689**
Profundidade dentro P	3	0,0171*	26,0763**
Resíduo (b)	30	0,0038	4,9375
CV %		(a) 7,9	(a) 11,0
		(b) 3,9	(b) 5,6

T - Testemunha

FH - Fogo + Herbicida

P - Pastejo

F - Fogo

FD - Fogo + Destocamento

* significativa ao nível de 5% de probabilidade

** significativa ao nível de 1% de probabilidade

Quadro A2 - Análise da variância dos valores de Macroporosidade, Microporosidade e Capacidade de água disponível obtidos na Área 1 (Quixadá) sob cinco sistemas de manejo da vegetação.

FONTE DA VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADO MÉDIO.		
		Macroporosidade	Microporosidade	Capacidade de água dispon.
Sist. Manejo Veget.	4	125,5229*	68,4564	10,1330**
Resíduo (a)	10	27,1112	29,0257	0,7802
Profundidade	3	5,3571	133,2966**	15,2293**
Sistema X Profundidade	12	7,2967	7,5934	3,2670
Resíduo (b)	30	12,0629	11,3266	1,5801
CV %		(a) 31,2	(a) 23,4	(a) 19,8
		(b) 20,8	(b) 14,6	(b) 28,2

* significante ao nível de 5% de probabilidade

** significante ao nível de 1% de probabilidade

Quadro A3 - Análise da variância dos valores de Densidade do solo (Ds), Porosidade total (Pt), Macroporosidade (Mp), Microporosidade (mp) e Capacidade de Água disponível (CAD) obtidos na Área 2 (Irauçuba) sob cinco sistemas de manejo da vegetação.

FONTE DA VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADO MÉDIO				
		Ds	Pt	Mp	mp	CAD
Sist. Manejo Veget.	4	0,0322	43,2905	28,4805	21,6248	5,7938
Resíduo (a)	10	0,0432	59,9580	29,3573	25,3720	2,4170
Profundidade	1	0,5441**	809,1210**	0,3860	774,1920**	175,6920**
Sistema X Profundidade	4	0,0230**	32,0572	85,7550*	23,1637	6,6090*
Resíduo (b)	10	0,0011	14,4480	22,4494	12,2513	1,1383
CV %		(a) 13,9	(a) 18,3	(a) 23,4	(a) 26,2	(a) 27,3
		(b) 2,2	(b) 13,4	(b) 20,4	(b) 18,2	(b) 18,7

* significante ao nível de 5% de probabilidade

** significante ao nível de 1% de probabilidade

Quadro A4 - Análise da variância dos valores percentuais de Matéria orgânica, Areia, Silte e Argila, e do Diâmetro médio ponderal (MWD) obtidos na Área 1 (Quixadá) sob cinco sistemas de manejo da vegetação.

FONTE DA VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADO MÉDIO					
		Mater. Orgânica	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	MWD
Sist. Manejo Veget.	4	0,1642**	141,9654	46,9391	42,5040	7,3640	0,2637
Resíduo (a)	10	0,0242	216,9583	72,2863	94,9953	7,1973	0,2057
Profundidade	1	3,7600**	22,0164	48,1347**	6,8170	23,5860*	14,3383**
Sistema X Profundidade	4	0,0525	13,0513	0,9655	5,8170	3,5592	0,3432
Resíduo (b)	10	0,0513	14,3083	7,6303	6,9180	4,1527	0,1929
		(a) 14,8	(a) 54,0	(a) 19,5	(a) 48,2	(a) 29,8	(a) 17,1
CV %		(b) 21,8	(b) 13,9	(b) 6,4	(b) 13,0	(b) 22,6	(b) 16,6

* significante ao nível de 5% de probabilidade

** significante ao nível de 1% de probabilidade

Quadro A5 - Análise da variância dos valores percentuais de Matéria orgânica, Areia, Silte e Argila obtidos na Área 2 (Irauçuba) sob cinco sistemas de manejo da vegetação.

FONTE DA VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADO MÉDIO				
		Matéria Orgânica	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila
Sist. Manejo Veget.	4	0,0927	183,9423	111,4506	15,9108	14,0856
Resíduo	10	0,1019	162,7506	86,7567	16,8559	4,8607
CV %		26,8	28,7	27,4	28,7	30,6

Quadro A6 - Análise da variância dos valores de Percentagem de agregados de 0,21 - 2,0 mm, Percentagem de agregados de 2,0 - 8,0 mm e Condutibilidade hidráulica do solo saturado obtidos na Área 1 (Quixadá) sob cinco sistemas de manejo da vegetação.

FONTE DA VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADO MÉDIO					
		0,21 - 2,0 mm		2,0 - 8,0 mm		Condutibilidade Hidráulica	
		0-8cm	8-16cm	0-8cm	8-16cm	0-8cm	8-16cm
Sist. Manejo Veget.	4	3,5597	29,3921	62,9920	567,0508**	96,8995**	7,2917
Resíduo	25	2,8208	24,0624	62,6498	134,6090	15,0200	8,7204
CV %		31,7	31,6	12,1	32,7	51,5	61,1

**significante ao nível de 1% de probabilidade

Quadro A7 - Análise de variância dos valores de Diâmetro médio Ponderal (MWD), Percentagem de agregados de 0,21 - 2,0 mm, Percentagem de agregados de 2,0 - 8,0 mm e Condutibilidade hidráulica do solo saturado obtidos na Área 2 (Irauçuba) sob cinco sistemas de manejo da vegetação.

FONTE DA VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADO MÉDIO			
		MWD	Percentagem Agregados		Condutibil. Hidráulica
			0,21-2,0 mm	2,0-8,0mm	
Sist. Manejo Veget.	4	0,5477	27,0062**	216,9922	60,8400
Resíduo	25	0,3203	3,1386	132,7087	101,5932
CV %		20,5	21,4	26,2	63,3

** significante ao nível de 1% de probabilidade

Quadro A8 - Análise da variância dos valores de Biomassa obtidos na Área 1 (Quixadá) e na Área 2 (Irauçuba)

FONTE DA VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADO	MÉDIO
		Quixadá	Irauçuba
Sist. Manejo Veget.	4	6831869,95**	4539562,57**
Resíduo	10	324609,60	79803,27
CV %		17,3	13,3

** .significante ao nível de 1% de probabilidade