



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**

**ANÁLISE DA VEGETAÇÃO E ORGANISMOS EDÁFICOS EM ÁREAS DE
CAATINGA SOB PASTEJO E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E
AMBIENTAIS DE SÃO JOÃO DO CARIRI - PB**

Kallianna Dantas Araujo

**CAMPINA GRANDE, PB
FEVEREIRO - 2010**

KALLIANNA DANTAS ARAUJO

**ANÁLISE DA VEGETAÇÃO E ORGANISMOS EDÁFICOS EM ÁREAS DE
CAATINGA SOB PASTEJO E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E
AMBIENTAIS DE SÃO JOÃO DO CARIRI - PB**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Doutora em Recursos Naturais”.
Área de concentração: Processos Ambientais.

Orientador: Dr. Renilson Targino Dantas

CAMPINA GRANDE, PB

FEVEREIRO - 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

A663a

2010 Araujo, Kallianna Dantas.

Análise da vegetação e organismos edáficos em áreas de caatinga sob
pastejo e aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri -
PB / Kallianna Dantas Araujo.- Campina Grande, 2010.

151 f. : il.

Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientador: Prof. Dr. Renilson Targino Dantas.

1. Clima - Vegetação. 2. Semiárido - Variabilidade. 3. Fauna Edáfica.
4. Dióxido de Carbono. I. Título.

CDU – 551.588.6(043)

KALLIANNA DANTAS ARAUJO

**ANÁLISE DA VEGETAÇÃO E ORGANISMOS EDÁFICOS EM ÁREA DE
CAATINGA SOB PASTEJO E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS
DE SÃO JOÃO DO CARIRI - PB**

APROVADA EM: 10/02/2010

BANCA EXAMINADORA


Dr. RENILSON TARGINO DANTAS
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG


Dr. ALBERÍCIO PEREIRA DE ANDRADE
Centro de Ciências Agrárias - CCA
Universidade Federal da Paraíba - UFPB


Dr. IVANDRO DE FRANÇA DA SILVA
Centro de Ciências Agrárias - CCA
Universidade Federal da Paraíba - UFPB


Dr. FRANCISCO DE ASSIS SALVIANO DE SOUSA
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG


Dra. LÚCIA HELENA GARÓFALO CHAVES
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Ao Henrique Nunes Parente, minha gratidão.

Aos meus pais Othon e Montinha e as minhas irmãs,
Willianne, Homara Leila e Kasselyne
Dedico.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo e ao Programa de Apoio a Pós-Graduação (PROAP) pela ajuda de custo para aplicação dos questionários.

Aos funcionários do PPGRN e do Lab. de Irrigação e Salinidade do DEAg/CTRN/UFCG e Lab. de Nutrição Mineral de Plantas, UAEF/UFCG, pela oportunidade a que me foi concedida na concretização deste curso e apoio concedido.

Aos funcionários da Fazenda Experimental Bacia Escola (CCA/UFPB) em nome de José M. de Lima, Hugo A. de Moraes e Alessandro F. dos Santos pelo fornecimento dos dados meteorológicos e apoio técnico concedido.

Aos professores Renilson Targino Dantas pela orientação, apoio, incentivo e acompanhamento durante o decorrer do curso e condução do trabalho e Albercio Pereira de Andrade, coordenador do projeto, pelas valiosas contribuições, ajuda e consideração.

Aos professores que fizeram parte do processo de qualificação e defesa de tese Albercio P. de Andrade, Ivandro de F. da Silva, Francisco de A. S. de Sousa, Lúcia H. G. Chaves, Dermeval A. Furtado, Hugo O. C. Guerra e Annemarie König, pelas relevantes contribuições e sugestões que enriqueceram o trabalho.

Aos professores que também participaram da idealização deste projeto, Ivandro de F. da Silva, Divan S. Silva, Leonardo P. Félix e Iede de B. Chaves. Além dos membros do grupo de Pesquisa Lavoura Xerófila e INSA pelas ricas discussões sobre o semiárido.

Aos professores Rômulo da S. Paz, Roberto W. C. Raposo e Vânia da S. Fraga, pelo empenho na minha entrada no PPGRN. Ao professor Jacob S. Souto, pelo apoio, disponibilização das lupas para identificação dos organismos edáficos, orientação quando da montagem do experimento em campo e consideração. Além de Eduardo Souza e José R. de S. Lima pelo incentivo.

Aos professores do CTRN, pelo aprendizado, em especial a Francisco de A. S. de Sousa e Rômulo da S. Paz pela orientação no estágio docência. A Pedro V. de Azevedo, José Dantas Neto e Vera L. A. de Lima pela acolhida.

Ao prof. Paulo R. de O. Rosa e equipe: Maria J. V. de Barros, Conrad R. Rosa e Pablo R. Rosa, pela orientação na confecção dos mapas e banco de dados. E a Eduardo Pazera Jr. pela leitura técnica do trabalho.

Ao Ewerton H. S. Raposo, Arthur da C. Brito e João A. S. Júnior, pela ajuda na montagem do experimento de campo e ainda a João S. Júnior pela instalação da estação meteorológica na área experimental e apoio durante o trabalho. Bem como, ao Marcelo J. F. B. da Silva e Cíntia R. de L. Costa, pelo auxílio nos primeiros meses de coleta.

Ao Mácio F. de Moura pela orientação na estatística e software SAEG 5.0, a Cícera Izabel Ramalho pela orientação no software Mata Nativa e a Maria Leide S. de Alencar pela orientação no software Surfer.

A Manoela Q. Rodrigues e Karina G. Correia pela ajuda na identificação da macro e mesofauna do solo e a Eleide L. Maia, pelas ricas sugestões e cumplicidade.

Aos colegas do PPGRN/UFCG e PDIZ/PPGA/UFPB, pela troca de experiência durante a execução dos trabalhos no campo, especificamente a Henrique N. Parente, Érlens E. Silva e Valdi Lima, pela ajuda no levantamento florístico e fitossociológico.

À Secretaria de Educação e de Saúde do município de São João do Cariri - PB, em nome de Josedi P. de Araújo e ao Programa de Agentes Comunitários de Saúde em nome de Rita, Marcos, Fabiano, Socorro, César, Rivelino, Josilda, Marcone e Edileuza pelas informações sobre a área de cobertura dos sítios onde foi aplicado os questionários.

Em especial à minha eficiente e fiel equipe de campo: Alberto, Alisson, Claudemir, Renan, Nego, Seu Antônio, Janaína, Thiago, Ronildo e Henrique, pelo espírito de equipe, pela cumplicidade, companheirismo e pelo amparo nos momentos cruciais, durante toda a fase de coleta de dados.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos.....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Semiárido: variabilidade edafoclimática e consequências sobre a caatinga.....	3
2.2. Diversidade da caatinga.....	5
2.3. Organismos edáficos (macro e mesofauna).....	7
2.3.1. Macrofauna edáfica.....	9
2.3.2. Mesofauna edáfica.....	10
2.4. Produção de dióxido de carbono (CO ₂) por meio da atividade microbiana.....	13
2.5. Alterações ambientais e consequências socioeconômicas decorrentes das atividades antrópicas.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Localização das áreas de estudo e do experimento.....	18
3.2. Delineamento experimental.....	19
3.3. Levantamento florístico e fitossociológico do componente arbustivo-arbóreo da caatinga.....	22
3.4. Quantificação de organismos do solo (macrofauna).....	25
3.5. Quantificação de organismos do solo (mesofauna).....	28
3.6. Avaliação da produção de dióxido de carbono (CO ₂) por meio da atividade microbiana.....	31
3.7. Coleta das amostras de solo para as determinações de carbono, matéria orgânica e conteúdo de água do solo.....	32
3.7.1. Carbono e matéria orgânica.....	33
3.7.2. Conteúdo de água do solo.....	34
3.8. Monitoramento dos elementos meteorológicos.....	35
3.9. Levantamento de variáveis ambientais e socioeconômicas de São João do Cariri - PB.....	36
3.10. Análise estatística.....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1. Levantamento florístico e fitossociológico arbustivo-arbóreo.....	37
4.1.1. Curva do coletor.....	37
4.1.2. Diversidade florística.....	38
4.1.3. Índice de similaridade florística.....	44
4.2. Estrutura fitossociológica do estrato arbustivo-arbóreo em áreas contíguas de caatinga.....	45
4.2.1. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas.....	45
4.2.2. Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H').....	49
4.2.3. Índice de Agregação ou Índice de MacGuinnes (IGA).....	49
4.2.4. Classes de altura das espécies amostradas.....	50
4.2.5. Classes de diâmetro de caule das espécies amostradas.....	52
4.3. Levantamento dos grupos taxonômicos da fauna edáfica (macro e mesofauna).....	54
4.3.1. Macrofauna edáfica.....	54
4.3.1.1. Índices de diversidade e uniformidade.....	66

4.3.2.	Mesofauna edáfica.....	70
4.3.2.1.	Índices de diversidade e uniformidade.....	80
4.4.	Avaliação da atividade microbiana por meio da produção de dióxido de carbono.....	82
4.4.1.	Cinética de CO ₂	95
4.5.	Análise de aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri - PB.....	98
4.5.1.	Aspectos sociais.....	100
4.5.1.1.	Situação escolar.....	100
4.5.1.2.	Fonte de renda familiar.....	100
4.5.1.3.	Recursos econômicos.....	102
4.5.1.4.	Abastecimento de água.....	103
4.5.2.	Aspectos econômicos.....	107
4.5.2.1.	Produção agrícola.....	107
4.5.2.2.	Produção pecuária.....	109
4.5.3.	Exploração da caatinga.....	113
4.5.3.1.	Utilização da caatinga.....	113
4.5.3.2.	Uso da caatinga.....	115
4.5.3.3.	Espécies vegetais da caatinga de maior utilização animal.....	117
4.5.3.4.	Parte das plantas da caatinga consumidas pelos animais.....	119
4.5.4.	Aspectos ambientais.....	120
4.5.4.1.	Área destinada à reserva ambiental.....	120
4.5.4.2.	Fauna edáfica existente.....	122
4.5.4.3.	Localização e benefícios dos organismos edáficos.....	123
4.5.5.	Orientação para enfrentar as estiagens.....	125
4.5.5.1.	Ocorrência de chuvas e realização de experiências pelos moradores da zona rural.....	125
4.5.5.2.	Suporte alimentar na época seca curta ou prolongada.....	126
4.5.5.3.	Armazenamento da alimentação animal e redução dos rebanhos na época seca.....	128
5.	CONCLUSÕES.....	130
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132
	APÊNDICE A (Formulário de coleta de dados).....	149
	APÊNDICE B (Análise estatística da cinética de CO ₂).....	150
	APÊNDICE C (Regressão linear da cinética de CO ₂).....	151

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.	Número de famílias, gêneros e espécies ocorrentes nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB.....	39
TABELA 2.	Famílias e frequências de indivíduos encontrados nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB.....	41
TABELA 3.	Relação das espécies encontradas e frequências de indivíduos nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB.....	42
TABELA 4.	Matriz presença/ausência, das espécies amostradas nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, (1 = presença; 0 = ausência).....	44
TABELA 5.	Índice de similaridade de Jaccard para as áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB.....	44
TABELA 6.	Número de parcela (NP), área total amostrada em hectare (ATA), Número de indivíduos encontrados (NIE) e Número de indivíduos por hectare (NIH) nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB....	45
TABELA 7.	Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB.....	47
TABELA 8.	Classificação do padrão de distribuição das espécies, segundo o Índice de MacGuinnes (IGA) para as áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB.....	50
TABELA 9.	Relação dos grupos encontrados e frequências de indivíduos nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB.....	55
TABELA 10.	Frequência absoluta e relativa dos grupos da macrofauna edáfica amostradas nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB.....	57
TABELA 11.	Teores de carbono e matéria orgânica do solo (g Kg^{-1}) nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	65
TABELA 12.	Número total e percentagem de indivíduos coletados nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	71
TABELA 13.	Frequência absoluta e relativa dos grupos da mesofauna do solo amostradas nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB.....	73
TABELA 14.	Evolução de CO_2 do solo ($\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$), nas áreas I, II e III, referentes aos meses de janeiro a dezembro de 2008.....	82
TABELA 15.	Conteúdo de água do solo (%), nas áreas I, II e III, referentes aos meses de janeiro a dezembro de 2008.....	85
TABELA 16.	Número de questionários aplicados a população rural de São João do Cariri - PB.....	98

Apêndice

TABELA 1A.	Cinética de CO_2 referentes aos tratamentos I, II e III no período de 12 horas (05:00 às 17:00 h), em São João do Cariri - PB.....	150
TABELA 1B.	Estimativa dos parâmetros do modelo de regressão linear da cinética de CO_2 (y) em função do tempo (x), referentes aos tratamentos I, II e III, em São João do Cariri - PB.....	151
TABELA 1C.	Questionário aplicado aos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.....	152

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Localização de São João do Cariri - PB, com ênfase para a área experimental, localizada na Fazenda Experimental Bacia Escola.....	19
FIGURA 2.	Área experimental com enfoque para os três transectos paralelos com parcelas equidistantes (10m x 10m) para o levantamento florístico e fitossociológico e sub-parcelas equidistantes (1m x 1m), para amostragens de CO ₂ , C, MO, conteúdo de água do solo, macro e mesofauna edáfica e cinética de CO ₂	21
FIGURA 3.	Armadilhas do tipo Provid com 200 mL de solução de detergente a 5% (A e B) e 5 gotas de Formol P.A. (Formaldeído) (C) e armadilhas enterradas com os orifícios ao nível da superfície do solo (D).....	26
FIGURA 4.	Lavagem do material coletado em peneira de 0,25 mm (A e B) e armazenamento dos organismos numa solução de álcool 70% (C e D).....	27
FIGURA 5.	Umedecimento do solo no período seco (A), com introdução dos anéis no solo (B), retirada das amostras (C) e forma de acondicionamento (D).....	29
FIGURA 6.	Bateria de extratores Berlese-Tullgren modificado (A) e recipiente de vidro com capacidade para 240 ml, com 30 ml de solução de álcool etílico a 70% (B).....	30
FIGURA 7.	Balde utilizado na medição do CO ₂	31
FIGURA 8.	Coleta de amostras de solo a 10 cm de profundidade com acondicionamento em sacos plásticos (A) e secagem à sombra e ao ar (B).....	32
FIGURA 9.	Placa elétrica para aquecimento em fervura branda (A) e solução antes (cor preta) e após o processo de titulação (cor verde) (B).....	33
FIGURA 10.	Coleta de amostras de solo na profundidade de 0-10 cm (A), acondicionamento em latas de alumínio (B), pesagem das latas (C) e secagem em estufa a 105 °C durante 24 horas (D).....	35
FIGURA 11.	Curva do coletor para as áreas I, II e III com o número de espécies registradas em uma área acumulada de 9.000 m ² (90 parcelas).....	37
FIGURA 12.	Número de espécies das famílias amostradas nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB.....	40
FIGURA 13.	Distribuição em classes de altura das espécies amostradas nas áreas I (A), II (B) e III (C), em São João do Cariri - PB.....	51
FIGURA 14.	Distribuição em classes de diâmetro das espécies amostradas nas áreas I (A), II (B) e III (C), em São João do Cariri - PB.....	53
FIGURA 15.	Distribuição dos grupos taxonômicos da macrofauna do solo, verificados na área I, em São João do Cariri - PB.....	58
FIGURA 16.	Distribuição dos grupos taxonômicos da macrofauna do solo, verificados na área II, em São João do Cariri - PB.....	59
FIGURA 17.	Distribuição dos grupos taxonômicos da macrofauna do solo, verificados na área III, em São João do Cariri - PB.....	60
FIGURA 18.	Evolução dos grupos taxonômicos da macrofauna do solo em relação à precipitação (A) e conteúdo de água do solo (B), verificados nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, ano de 2008.....	62

FIGURA 19.	Evolução dos grupos taxonômicos da macrofauna do solo mais representativos nas áreas I (A), II (B) e III (C), em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	64
FIGURA 20.	Fezes de caprinos distribuídas aleatoriamente na área I (A) e nos locais comumente utilizados pelos caprinos sem qualquer intervenção ou indução provocado pelo homem área II (B) e (C).....	65
FIGURA 21.	Índice de Diversidade de Shannon (H) (A) e Índice de Uniformidade de Pielou (e) (B), na área I, em São João do Cariri - PB.....	67
FIGURA 22.	Índice de Diversidade de Shannon (H) (A) e Índice de Uniformidade de Pielou (e) (B), na área II, em São João do Cariri - PB.....	68
FIGURA 23.	Índice de Diversidade de Shannon (H) (A) e Índice de Uniformidade de Pielou (e) (B), na área III, em São João do Cariri - PB.....	69
FIGURA 24.	Distribuição dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo, verificados nas áreas I (A), II (B) e III (C), em São João do Cariri - PB.....	75
FIGURA 25.	Evolução dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo em relação à precipitação (A) e conteúdo de água do solo (B), verificados nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	76
FIGURA 26.	Evolução dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo mais representativos nas áreas I (A), II (B) e III (C), em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	78
FIGURA 27.	Evolução dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo em relação à temperatura do solo (°C) a 10 cm (A) e temperatura do ar (°C) (B), em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	79
FIGURA 28.	Índice de Shannon (H) e Índice de Pielou (e), nas áreas I (Aa), II (Bb) e III (Cc), em São João do Cariri - PB, ano 2008. Letras maiúsculas representam o Índice de Shannon (H) e letras minúsculas representam o Índice de Pielou (e).....	81
FIGURA 29.	Evolução de CO ₂ em função do tempo, da precipitação (A) e conteúdo de água do solo (B), nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	84
FIGURA 30.	Evolução de CO ₂ do solo em função do tempo e da irradiação solar (A), insolação (B) e temperatura do solo a 10 cm de profundidade (C), em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	86
FIGURA 31.	Evolução de CO ₂ em função do tempo e em relação aos teores de C (g Kg ⁻¹) (A) e MO (g Kg ⁻¹) (B), nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	87
FIGURA 32.	Diagrama ombrotérmico de São João do Cariri - PB, ano 2008.....	88
FIGURA 33.	Distribuição espacial de C (g Kg ⁻¹) nas áreas I (Aa), II (Bb) e III (Cc), em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	89
FIGURA 34.	Distribuição espacial de MO (g Kg ⁻¹) nas áreas I (Aa), II (Bb) e III (Cc), em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	90
FIGURA 35.	Distribuição espacial de conteúdo de água do solo (%) nas áreas I (Aa), II (Bb) e III (Cc), em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	91
FIGURA 36.	Distribuição espacial de CO ₂ liberado no turno diurno, nas áreas I (Aa), II (Bb) e III (Cc), em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	92
FIGURA 37.	Distribuição espacial de CO ₂ liberado no turno noturno, nas áreas I (A), II (B) e III (C), em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	93
FIGURA 38.	Evolução de CO ₂ do solo durante os períodos diurno e noturno, nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	94
FIGURA 39.	Evolução do CO ₂ nas áreas I, II e III, no período de 12 horas, em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	95

FIGURA 40.	Evolução média horária de CO ₂ em função do tempo e da temperatura do ar (A), temperatura do solo (B), umidade relativa (C) e nebulosidade (D), nas áreas I, II e III, das 07:00 às 17:00 h, em São João do Cariri - PB, ano 2008.....	97
FIGURA 41.	Mapa de localização dos sítios onde foram aplicados os questionários de coleta de dados, com base na área de cobertura dos Agentes Comunitários de Saúde, de São João do Cariri - PB.....	99
FIGURA 42.	Escolaridade (A) e grau de escolaridade (B) dos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.....	100
FIGURA 43.	Renda familiar (A) e fonte de renda (B) dos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.....	101
FIGURA 44.	Recursos existentes nas propriedades rurais de São João do Cariri - PB.....	102
FIGURA 45.	Armazenamento de água das chuvas (A), fonte principal de água (B) e forma de abastecimento domiciliar (C) dos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.....	104
FIGURA 46.	Açudes verificados no Sítio Mares (A) e no Sítio Cachoeira (B), em São João do Cariri - PB.....	105
FIGURA 47.	Abastecimento de água em escola municipal por meio de carro pipa no Sítio Uruçu, em São João do Cariri - PB.....	105
FIGURA 48.	Processo de dessalinização (A), cultivo de tilápias através da aquaponia (B), cultivo de culturas hidropônicas (C), cultivo de spirulina (D), no Sítio Uruçu, em São João do Cariri - PB.....	106
FIGURA 49.	Tipos de cultura produzida pelos proprietários rurais, em São João do Cariri - PB.....	107
FIGURA 50.	Plantio de frutíferas no Sítio Cachoeira (A), plantação de tomate no Sítio Arara (B), plantação de capim (C) no Sítio Mares, em São João do Cariri - PB.....	108
FIGURA 51.	Uso de esterco caprino nos roçados ou capineiras pelos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.....	108
FIGURA 52.	Tipos de rebanho por criadores (A), tipos de rebanho (B), em São João do Cariri - PB.....	110
FIGURA 53.	Tamanho dos rebanhos (A) e sistema de manejo de animais (B) pelos proprietários rurais, em São João do Cariri - PB.....	111
FIGURA 54.	Raças de caprino (A), raças de ovino (B) e outras criações (C), pelos proprietários rurais em São João do Cariri - PB.....	112
FIGURA 55.	Criação de caprino no Sítio Craibeira (A), de ovino no Sítio Mulungu (B) e bovino no Sítio Cachoeira (C), em São João do Cariri - PB.....	113
FIGURA 56.	Utilização da caatinga pelos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.....	114
FIGURA 57.	Uso da caatinga (A) e tipos de uso da caatinga (B) pelos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.....	116
FIGURA 58.	Plantio de Palma no Sítio Macambira (A) e no Sítio Mulungu (B), em São João do Cariri - PB.....	117
FIGURA 59.	Espécies vegetais de maior utilização animal pelos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.....	118
FIGURA 60.	Caprinos se alimentando de troncos de catingueira - <i>Caesalpinia pyramidalis</i> (A) e (B), Xique-xique - <i>Pilosocereus gounellei</i> (C), Panasco - <i>Aristida</i> sp. (D), nas unidades experimentais, em São João do Cariri - PB.....	118

FIGURA 61.	Parte das plantas consumidas pelos animais, segundo relato dos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.....	120
FIGURA 62.	Área destinada à reserva ambiental pelos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.....	121
FIGURA 63.	Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), localizada na Fazenda Gravatá (A), área restrita a prática da caça e pesca, fiscalizada pelo IBAMA, no Sítio Forquilha (B) e área restrita a prática da caça no Sítio Cachoeira (C), em São João do Cariri - PB...	122
FIGURA 64.	Organismos edáficos observados pelos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.....	123
FIGURA 65.	Localização dos organismos edáficos (A) e benefícios dos organismos edáficos (B), de acordo com os proprietários rurais de São João do Cariri - PB.....	124
FIGURA 66.	Orientações de previsão de chuvas (A) e experiências de chuvas realizadas pelos proprietários rurais (B), em São João do Cariri - PB.	126
FIGURA 67.	Suporte alimentar na estação seca, em São João do Cariri - PB.....	127
FIGURA 68.	Uso de Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>) como suplemento para os caprinos no Sítio Floresta, em São João do Cariri - PB.....	127
FIGURA 69.	Armazenamento da alimentação animal (A) e redução dos rebanhos (B), em São João do Cariri - PB.....	129

RESUMO

ARAUJO, K. D. **Análise da vegetação e organismos edáficos em áreas de caatinga sob pastejo e aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri - PB.** Campina Grande - PB, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, UFCG, fevereiro de 2010. 151 p.il. Tese. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Orientador: Prof. Dr. Renilson Targino Dantas

O objetivo da pesquisa foi avaliar a interferência do pastejo caprino sobre a vegetação, taxa de evolução do CO₂, abundância, riqueza e diversidade da fauna edáfica e sua dinâmica em função das estações chuvosa e seca, assim como avaliar os aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri - PB. A pesquisa foi conduzida na Fazenda Experimental Bacia Escola/CCA/UFPB em São João do Cariri - PB, de janeiro a dezembro de 2008, em três áreas contíguas de caatinga, correspondente aos tratamentos T₁ (10 animais - 1 animal/3.200 m²), T₂ (5 animais - 1 animal/6.400 m²) e T₃ (Controle - sem animais). A área do experimento é de 9,6 ha e foi dividida em três áreas de 3,2 ha. Em cada tratamento realizou-se levantamentos florístico e fitossociológico em 30 parcelas de (10m x 10 m) distando 20 m entre si, sendo anotados: a espécie, a altura e o diâmetro dos indivíduos com Circunferência a Altura da Base (CAB) ≥ 3 cm e altura ≥ 1 m. Foram realizadas determinações mensais de dióxido de carbono (CO₂), macro e mesofauna, carbono, matéria orgânica, conteúdo de água do solo e cinética de CO₂ a cada duas horas (05:00 às 17:00 h). Foram aplicados 355 questionários aos proprietários de 60 propriedades rurais do município estudado, seguindo a área de cobertura dos Agentes Comunitários de Saúde. Nas três áreas de caatinga as famílias com maior número de espécies no estrato arbustivo-arbóreo são: Cactaceae e Euphorbiaceae, sendo que a espécie *Croton sonderianus* é a que apresenta maior densidade relativa e as espécies de maior valor de importância nas três áreas são: *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Pilosocereus gounellei*, *Aspidosperma pyrifolium* e *Jatropha mollissima*; As espécies que foram comuns nas três áreas foram: *Aspidosperma pyrifolium*, *Opuntia palmadora*, *Pilosocereus gounellei*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Croton sonderianus*, *Jatropha mollissima* e *Sida* sp.; A similaridade florística foi elevada para as três áreas contíguas de caatinga, com índices de Jaccard superior a 0,25, porém a diversidade entre as mesmas foi próxima, apresentando semelhante riqueza de espécies, havendo destaque para *Sida* sp. e *Pilosocereus gounellei* que apresentaram distribuição espacial agregada nas três áreas; Os grupos dominantes da macrofauna foram: Hymenoptera, Diptera, Acarina e Coleoptera e da mesofauna foram Acarina, Collembola, Protura e Diptera onde a maior abundância da macrofauna foi verificada nas áreas sob pastejo e da mesofauna na área com menor pressão de pastejo, com 5 animais; A variação da abundância e a riqueza de grupos são mais elevadas na estação chuvosa e com o término da mesma, os grupos da macrofauna tendem a aumentar; As emissões de CO₂ apresentaram variação temporal com maiores picos de liberação no período chuvoso, sendo maior na área II com 5 animais e a taxa de CO₂ variou ao longo do dia em função dos elementos meteorológicos com tendência a maior liberação no final da tarde; A atividade socioeconômica da maioria da população da zona rural é a agrícola com produção de culturas tradicionais como milho e feijão para consumo familiar e produção pecuária reduzida, com predomínio de rebanhos bovino, ovino e caprino sem raça definida; As espécies *Pilosocereus gounellei*, *Opuntia palmadora*, *Cereus jamacaru* e *Manihot glaziovii* são as mais utilizadas para alimentação dos caprinos, no entanto, o uso principal da caatinga pelo agricultor é a retirada de madeira para lenha e cerca; Os organismos edáficos mais observados pelos proprietários rurais nas áreas de mata, plantio e pastagem nativa são: Hymenoptera, Araneae, Scorpiones, Isoptera e Coleoptera.

ABSTRACT

ARAUJO, K. D. **Analysis of vegetation and edaphic organisms in areas of grazing in caatinga and socioeconomic and environmental aspects of São João do Cariri - PB.** Campina Grande - PB, Center for Technology and Natural Resources, UFCG, February 2010. 151 p.il. Thesis. Post-Graduate Program in Natural Resources. Advisor: Prof. Dr. Renilson Targino Dantas

The objective of this research was to evaluate the interference of goat grazing on the vegetation, the rate of evolution of CO₂, abundance, richness and diversity of soil fauna and its dynamics in rainy and dry seasons, and assess the socioeconomic and environmental aspects of São João do Cariri - PB. The research was lead in the “Fazenda Experimental Bacia Escola/CCA/UFPB” in São João do Cariri - PB, from January to December of 2008, in three contiguous areas of caatinga, correspondent to treatments T1 (10 animals – 1 animal/3200 m²), T2 (5 animals – 1 animal/6400 m²) and T3 (Control = without animals). The area of the experiment is of 9.6 ha, being divided in three areas of 3.2 ha each. In each treatment there was fulfilled a floristic and phytosociologic survey in 30 parcels of (10x10 m) in a distance of 20 m from each other, being written down: the species, the height and the diameter of the individuals with Circumference at the Height of Base (CAB) ≥ 3 cm and height ≥ 1 m. We have done monthly determinations of carbon dioxide (CO₂), distribution of the macro and mesofauna, carbon, organic matter, water content of the ground and kinetic of CO₂ to each two hours (05 AM to 5 PM). We applied 355 questionnaires to the 60 farms of São João do Cariri - PB, following in the same area used by the Community Health Agents. In three areas of caatinga families with a greater number of species in shrub-tree layer are: Cactaceae and Euphorbiaceae, and the species *Croton Sonderianus* is the one that has a bigger relative density and species of higher importance in the three areas are: *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Pilosocereus gounellei*, *Aspidosperma pyrifolium* and *Jatropha mollissima*. Species that were common in the three areas were: *Aspidosperma pyrifolium*, *Opuntia palmadora*, *Pilosocereus gounellei*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Croton sonderianus*, *Jatropha mollissima* and *Sida* sp. The floristic similarity was high for the three areas, with Jaccard indexes higher than 0.25, but the diversity was very next, with similar richness of species, with emphasis on *Sida* sp. The dominant groups of soil macro fauna were: Hymenoptera, Diptera, Acarina, Coleoptera and Araneae and of soil mesofauna were Acarina, Collembola, Protura and Diptera. The greatest abundance of the macro fauna was found in areas under grazing and mesofauna in the areas with lower grazing pressure with 5 animals. The variation of the abundance and richness of groups are higher in the rainy season and in the end of the season, the groups of macro fauna tend to increase. The CO₂ emissions showed temporal variation with higher peak of release during the rainy season, being higher in the area II with 5 animals and the rate of CO₂ varied throughout the day depending on the meteorological elements, with a tendency to release more in the afternoon. The socioeconomic activity of the majority of the population in rural area is agriculture with production of traditional crops as maize and beans for family consumption and small livestock production, with a predominance of beef cattle, sheep and goats of mixed breed. The species *Pilosocereus gounellei*, *Opuntia palmadora*, *Cereus jamacaru*, and *Manihot glaziovii* are more used to feed the goats, however, the primary use of the Caatinga is the removal of timber for firewood and fences. The edaphic organisms widely found by landowners in the areas of forest, plantation and native pasture are: Hymenoptera, Araneae, Scorpiones), Isoptera and Coleoptera.

1. INTRODUÇÃO

Na região semiárida do Cariri paraibano, as chuvas caracterizam-se por apresentar alta variabilidade de distribuição, geralmente concentrada no período de três a quatro meses do ano. Esta variabilidade das chuvas permite a manutenção da diversidade das espécies da caatinga, uma vez que a sua riqueza, porte e densidade estão ligados às condições edafoclimáticas, sobretudo a distribuição da precipitação, que é geralmente descontínua, em contraposição aos elementos irradiação solar, insolação e temperaturas do ar e do solo que são contínuos, já que apresentam pouca variação.

A vegetação pode ser considerada como indicadora do nível de instabilidade dos ambientes, pois sua retirada permite uma maior susceptibilidade aos efeitos de aquecimento pela diminuição da proteção do solo contra os raios solares com grandes variações diárias de temperatura, acelerando a atividade microbiana e as perdas de dióxido de carbono (CO₂) do solo, além de propiciar elevada lixiviação, erosão superficial e alterações da atividade da macro e mesofauna do solo. Essas ações tendem a diminuir a fertilidade do solo, gerando áreas degradadas de difícil e lenta recuperação. A presença de animais (bovino, caprino, ovino) sem manejo adequado pode contribuir para a degradação da vegetação, pois a herbivoria pode provocar danos ao ecossistema dependendo do número de animais, da densidade, da sua movimentação e da intensidade de pisoteio que, além de compactar o solo, pode afetar as espécies vegetais que germinam logo após as chuvas e as que formam o estrato herbáceo podem não completar seu ciclo de vida.

Em decorrência da precipitação nessa região ser localizada, apresentar alta intensidade e curta duração torna a exploração agrícola tradicional uma atividade de risco, tornando as atividades de exploração na ovino-caprinocultura uma opção para esta região. No entanto, o sistema de exploração adotado em grande parte das propriedades rurais é o semiextensivo ou extensivo, tendo como fonte de alimento a caatinga. A pecuária passa a ser fator de alteração ambiental, quando há lotação excessiva de animais em limites superiores à capacidade de suporte da área pastejada, ao exercer pressão sobre a vegetação nativa e solo, em decorrência do pisoteio excessivo dos animais, podendo provocar compactação na época chuvosa e desagregação do solo no período seco, exercendo efeitos negativos sobre as suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

Considerando que a produção animal em sistemas extensivos é dependente da relação solo-planta-animal e outros componentes do meio ambiente, assim, mudanças em um desses componentes provocam frequentemente consequências sobre os outros. Nesse sentido, as áreas sob pastejo precisam ser constantemente monitoradas, visto que quando

não manejadas, a presença de animais poderá provocar modificações no conjunto dos seres vivos do ecossistema, incluindo a flora, fauna e outros grupos de organismos. Nesse sentido, é necessário o conhecimento das alterações provocadas pela pressão exercida, decorrentes do pisoteio animal sobre a composição florística da vegetação, organismos edáficos (macro e mesofauna), atividade microbiana (liberação de CO₂), teores de carbono, matéria orgânica e conteúdo de água do solo, bem como compreender o efeito das estações (seca e chuvosa) sobre essas variáveis.

A partir dessas proposições surge o questionamento: qual a interferência do pastejo caprino em criação extensiva, nas áreas com diferentes taxas de lotação, sobre a riqueza, abundância e diversidade da fauna edáfica e perdas de dióxido de carbono do solo no município de São João do Cariri - PB? Para responder esse questionamento foi elaborada a seguinte hipótese: O pastejo extensivo de caprino em área de caatinga degrada a cobertura vegetal e como consequência, modifica a atividade da macro e mesofauna edáfica e do dióxido de carbono do solo refletindo nos aspectos socioeconômicos e ambientais do local.

1.1. Objetivos

- **Geral**

O objetivo da pesquisa foi avaliar a interferência do pastejo caprino sobre a vegetação, taxa de evolução do CO₂, abundância, riqueza e diversidade da fauna edáfica e sua dinâmica em função das estações chuvosa e seca, assim como, avaliar os aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri - PB.

- **Específicos**

1. Efetuar levantamento florístico e fitossociológico arbustivo-arbóreo em três áreas contíguas de caatinga;
2. Identificar a abundância, riqueza e diversidade da fauna edáfica (macro e mesofauna) nas áreas sob diferentes taxas de lotação;
3. Quantificar nas áreas sob diferentes taxas de lotação, o CO₂ emanado do solo;
4. Determinar os teores de carbono, matéria orgânica e conteúdo de água do solo nas diferentes áreas;
5. Efetuar o monitoramento dos elementos meteorológicos (irradiação solar global, temperatura do ar, temperatura do solo (10 cm), precipitação e umidade relativa) e analisar sua relação com as variáveis estudadas no experimento;
6. Aplicar questionários aos proprietários rurais visando caracterizar os aspectos: social, econômico e ambiental, além das técnicas de convivência com a seca.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Semiárido: variabilidade edafoclimática e consequências sobre a caatinga

A região semiárida brasileira é caracterizada por apresentar uma alta variabilidade ambiental (solo, clima, vegetação e relevo) e formando um mosaico de ecossistemas únicos, que demandam conhecimento específico para seu manejo (Menezes et al., 2005). Esses fatores ambientais são responsáveis pela vegetação denominada caatinga, adaptada à distribuição da precipitação e edáficas, formada em sua maioria por xerófitas caducifólias. As diversidades de ambientes encontrados no grande domínio das Caatingas, segundo Ab'Sáber (1984), provêm de diferentes combinações dos componentes abióticos, entre os quais se salientam as condições termo-pluviais seguidas de propriedades litoestruturais, posicionamento topográfico e heranças paleoclimáticas. A integração dessas ações condiciona os microambientes, segundo os quais se organizam as formas de adaptações da vegetação.

A caatinga, vegetação caducifólia espinhosa, representa a formação florestal típica das regiões semiáridas do Nordeste do Brasil, sendo uma mistura de estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo de pequeno porte, de folhas caducas e pequenas, tortuosas, espinhentas e de elevada resistência às estiagens (Souto et al., 2007). Apresenta uma grande biodiversidade com espécies de portes e arranjos fitossociológicos variados, que a torna complexa, onde pouco se conhece sobre a sua dinâmica (Souto, 2006).

Apesar da aparência árida e pobre, a caatinga se revela como um ecossistema complexo, pela capacidade de adaptação de seus seres vivos à acentuada aridez do território (Silans et al., 2006).

Paes-Silva (2000) cita que as espécies da caatinga, notadamente as arbóreas e arbustivas, possuem uma capacidade extraordinária de aproveitar qualquer conteúdo de água do solo, mesmo que insuficiente para molhar o solo. Isto porque na caatinga observam-se formações xerófitas, que substituem as folhas por espinhos para reduzir ao máximo a perda de líquido pela transpiração e os cactos são o extremo deste tipo de mecanismo. Em geral as plantas apresentam folhas pequenas e muito finas. As raízes cobrem a superfície do solo, para capturar o máximo de água durante as chuvas leves. As espécies mais abundantes incluem a Imburana (*Commiphora leptophloeos*), Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), Palmatória (*Opuntia palmadora*), Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), Baraúna (*Schinopsis brasiliensis*) Maniçoba (*Manihot glaziovii*), Xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), Mandacaru (*Cereus jamacaru*) e

o Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), esta última, uma das poucas que não perde suas folhas durante a estação seca.

Nas regiões semiáridas as precipitações anuais são baixas e muito variáveis, no espaço e no tempo e a evapotranspiração é permanentemente alta. A consequência desta combinação de fatores tem sido o elevado risco da atividade agropecuária, o nível tecnológico muito baixo e a contínua degradação ambiental (Sampaio e Araujo, 2005).

Nesta região, a deficiência hídrica repercute fortemente sobre a atividade agrícola, restringindo seu desenvolvimento (Paes-Silva, 2000). A caprinocultura tem se desenvolvido bem nesta região, em função da boa adaptabilidade climática e como uma fonte alternativa de renda, uma vez que ocupa uma área menor e os animais consomem menos alimentos, devido ao seu pequeno porte e hábito alimentar (Alencar, 2004).

A região apresenta duas estações pouco definidas: uma quente e seca, no inverno-primavera, e outra, quente com chuvas, no verão-outono. Durante o período seco, a vegetação apresenta um aspecto seco, sem folhagens e o solo pedregoso exhibe raízes. É uma adaptação das plantas às condições climáticas. Dessa forma, as folhas finas que se desprendem das árvores fazem com que a planta diminua a transpiração, evitando a perda de água, e suas raízes, permanecendo na superfície do solo, absorvem mais rapidamente a água das chuvas (Silans et al., 2006).

A irregularidade em termos de precipitação é a característica principal da região semiárida, apresentando um prolongado período seco, que se reflete na paisagem. O regime de precipitação é altamente variável, entre os diferentes anos, como também, durante a estação de chuvas a cada ano (Sampaio, 1995). Em decorrência desta variabilidade, os sistemas de uso da terra nos agrossistemas da região semiárida têm que ser baseados em espécies vegetais que se desenvolvam aproveitando mais eficiente e rapidamente possível os pulsos de disponibilidade de recursos (fertilidade do solo) e posteriormente, mantenha-se em espera até as condições tornarem-se novamente favoráveis (Menezes et al., 2005).

Os pulsos de fertilidade estão diretamente ligados ao sincronismo e a magnitude dos pulsos de precipitação, que são como indutores (“gatilhos”) que acionam as atividades fisiológicas que determinam o crescimento e o desenvolvimento da vegetação da caatinga e são indispensáveis para os processos ecológicos, principalmente no que diz respeito à disponibilidade de água no solo para as plantas e a atividade microbiológica do solo, sendo importante para compreender a dinâmica do bioma caatinga (Andrade et al., 2006).

Para Menezes et al. (2005) a dinâmica da água é a principal variável de controle dos processos que governam as transformações dos nutrientes no solo e sua disponibilidade para as plantas.

De acordo com Albuquerque et al. (2005) a caatinga apresenta uma extraordinária capacidade de rebrota por ocasião das primeiras chuvas, formando um dossel semelhante a uma floresta baixa, capaz de atenuar os efeitos do impacto das gotas de chuva sobre o solo, sendo considerada eficiente no controle da erosão. Por outro lado, durante a estação seca a caatinga hiperxerófila, por ser decídua, contribui para a formação de uma camada de folhas sobre a superfície do solo, atenuando o impacto das gotas de chuva e diminuindo o escoamento superficial sobre o solo, no início da estação chuvosa.

Os solos das regiões áridas e semiáridas apresentam geralmente baixos teores de matéria orgânica, sendo a produtividade dependente dos níveis de fertilidade natural e da possibilidade de mantê-los através da ciclagem de nutrientes (Sampaio et al., 1995).

Em áreas sob caatinga, o retorno de nutrientes ao solo se dá principalmente através da queda de serrapilheira, morte e decomposição de raízes e a deposição dos herbívoros e outros animais. Nas áreas de pastagens, a biomassa forrageira é consumida pelos animais e parte dela retorna aos solos através da deposição de fezes e urina.

Na caatinga, a serrapilheira que cai protege o solo na época seca, quando as temperaturas são mais elevadas, mas, logo que chegam as primeiras chuvas, é degradada por ação dos microrganismos decompositores, não ocorrendo grande acúmulo na superfície. Como as espécies da caatinga são heliófitas, a maioria das folhas apresenta textura rígida e com isso demoram mais a umedecerem, o que dificulta a ação dos organismos decompositores nos períodos de escassez hídrica no solo, tornando o processo de decomposição mais lento (Souto et al., 2007). Assim, esses recursos alimentares que se acumulam como também a estrutura do microhabitat gerado nessas condições, possibilitam a colonização de várias espécies de fauna do solo, com diferentes estratégias de sobrevivência (Correia e Andrade, 1999).

2.2. Diversidade da caatinga

A caatinga apresenta grande variação fisionômica, principalmente quanto à densidade e ao porte das plantas (Amorim et al., 2005) e apesar da sua grande abrangência, é proporcionalmente a menos estudada e a menos protegida das composições florísticas brasileiras. Embora tão pouco estudada, contém espécies vegetais de importância incontestável nas suas formações (Trovão et al., 2004b).

Para se estudar a fitofisionomia da caatinga (arbustiva e arbórea) e estrutura, é necessária a realização de levantamentos florísticos e fitossociológicos. Estes se tornam os

estudos mais importantes na área de caatinga, porque irão mostrar a distribuição das espécies vegetais, suas relações, funções e adaptações ao ambiente.

A fitossociologia é a ecologia quantitativa de comunidades vegetais. Envolve as inter-relações de espécies vegetais no espaço e no tempo. Seus objetivos referem-se aos estudos quantitativos da composição florística, estrutura, funcionamento dinâmico, distribuição e relações ambientais da comunidade vegetal, mantendo relações estreitas com a fitogeografia e as ciências florestais (Martins, 1989).

Na região semiárida, principalmente em baixas altitudes, a caatinga xerófila é a vegetação dominante, apresentando variações fisionômicas e florísticas (Andrade-Lima, 1981; Rizzini, 1997).

Pereira et al. (2001) chamam atenção para a grande escassez de informações no que se refere à dinâmica biológica dos ecossistemas dos trópicos semiáridos, uma vez que forma um complexo cuja classificação nem sempre é fácil. Dos grandes domínios florístico-vegetacionais brasileiros, o da caatinga nordestina é um dos mais desconhecidos (Alcaforado-Filho et al., 2003).

Em decorrência do desconhecimento sobre o ecossistema caatinga, esta vem sendo sistematicamente devastada, há muitos séculos, pela ação antrópica utilizada para pecuária extensiva, agricultura nas partes mais úmidas, retirada de lenha e madeira e outros fins de menor interesse socioeconômico. Este tipo de exploração em ambiente pouco conhecido e complexo poderá levá-lo a um processo irreversível de degradação (Santana e Souto, 2006). Andrade et al. (2005) citam que o sistema agropastoril apresenta-se como o fator que maior pressão exerce sobre a cobertura vegetal do semiárido nordestino e essa pressão varia de intensidade em função da localização, estrutura e tamanho dos remanescentes. Trovão et al. (2004a) citam que até anos recentes a caatinga era considerada pobre em biodiversidade, só na última década passou-se a estudá-la mais detalhadamente e até hoje pouco se conhece das suas potencialidades, existem espécies nesta área que sequer foram descritas e pouco ou quase nada se sabe dos seus aspectos fisiológicos.

No entanto, nos últimos anos já se tem observado alguma preocupação com a exploração da caatinga, especialmente a manutenção da sua biodiversidade vegetal e os problemas de degradação, o que implica necessariamente no aumento de levantamentos florísticos e fitossociológicos, de modo contínuo e regular. Esses estudos permitirão monitorar as eventuais alterações na estrutura da vegetação e podem fornecer subsídios que possibilitem o aumento do seu conhecimento. Será possível, então, estabelecer ações que

preservem seu patrimônio genético e sua utilização de forma racional de modo a promover retorno econômico (Santana, 2005).

A exploração racional de qualquer ecossistema só pode ser planejada a partir do conhecimento de suas dinâmicas biológicas (Pereira et al., 2001). Assim, para que se possa executar projetos de conservação é necessário conhecer o ecossistema onde se vai atuar, suas limitações e sua capacidade de recuperação devendo-se conhecer as composições florística e faunística, tanto em termos qualitativos como quantitativos, bem como, as interdependências entre seus componentes (Maracajá et al., 2003).

Santana e Souto (2006) estudando a diversidade e estrutura fitossociológica da caatinga na estação ecológica do Seridó - RN constataram a presença significativa de indivíduos de espécies com potencial forrageiro na caatinga estudada e pode ser uma alternativa viável para a sustentação de pequenos rebanhos de animais na época chuvosa, desde que adequadamente manejada.

2.3. Organismos edáficos (macro e mesofauna)

O solo caracteriza-se como um reservatório faunístico composto por uma grande diversidade de organismos, que garantem o seu biofuncionamento e a sustentação de todo o bioma (Jacobs et al., 2007), uma vez que a maioria dos nutrientes no solo disponíveis para crescimento das plantas depende de complexas interações entre raízes, microorganismos e fauna do solo (Bonkowski et al., 2000; Gestel et al., 2003).

A fauna edáfica contribui na decomposição de resíduos orgânicos e estruturação do solo. Desse modo, a determinação da sua população e diversidade é importante na avaliação das interações biológicas no sistema solo/planta (Giracca et al., 2003). O processo de decomposição é uma das principais funções dos organismos do solo, sendo um processo essencialmente biológico e dependente da interação entre as funções dos diferentes organismos edáficos (Dias et al., 2007a), embora também afetado por fatores abióticos (qualidade de resíduos, condições edafoclimáticas) (Bianchet et al., 2007).

Os organismos decompositores são divididos em fauna edáfica (macrofauna e mesofauna) e microrganismos que contribuem para melhoria das condições físicas do solo, através da construção de galerias para locomoção e abrigo, além de promover a fragmentação inicial dos resíduos vegetais depositados no solo, aumentando a superfície de contato desse material, facilitando o ataque pelos microrganismos (protozoários, fungos e bactérias), que têm a função da decomposição dos resíduos, ciclagem dos nutrientes e

formação da matéria orgânica (Bianchet et al., 2007; Dias et al, 2007b; Fornazier et al., 2007).

A manutenção da fauna do solo é dependente do nível de matéria orgânica que representa a principal fonte de energia e abrigo para estes organismos, pela menor variação do conteúdo de água do solo e temperatura, proteção contra raios solares e chuva, além de ser uma adequada fonte de alimento (Aguilar et al., 2006).

As características de habitat como microclima, tipo de solo, quantidade de serrapilheira e matéria orgânica acumulada, tipo de manejo, estresse hídrico e outros, determinam as modificações temporais (Dias et al., 2007a), os grupos da fauna do solo que estarão presentes e a quantidade (Pequeno et al., 2006). As modificações do microclima e o manejo do solo exercem influência direta e indireta sobre a fauna edáfica, podendo diminuir o número e a diversidade dos organismos que o compõem (Vitti et al, 2004; Hickmann et al., 2006; Jacobs et al., 2006), uma vez que são extremamente sensíveis às modificações ambientais, respondendo rapidamente à operação de manejo ou às variações microclimáticas em curto prazo (Fornazier et al., 2007).

Os organismos da fauna edáfica apresentam comportamento sazonal ou são ativos apenas em determinados períodos do ano. A sazonalidade pluvial afeta estas populações, ou seja, a água é o principal fator limitante da sua atividade (Rovedder et al., 2004). De acordo com Hickmann et al. (2006) a temperatura e o conteúdo de água do solo influenciam diretamente na quantidade e na diversidade de organismos da meso e da macrofauna. De modo que o conteúdo de água do solo pode se tornar um fator limitante ao crescimento da população de organismos, quando diminui bruscamente.

O sistema inadequado de manejo do solo promove diversas modificações na microbiota, através de seus efeitos diretos e indiretos sobre os fatores relacionados ao solo e à planta, uma vez que esta se encontra no centro desta rede de interações, pois afeta e é afetada por estes grupos (Lavelle e Pashanasi, 1989; Pasini e Benito, 2004). A influência do manejo do solo sobre esses componentes biológicos apresenta, normalmente, resposta mais rápida do que outros atributos pedológicos, servindo como indicadores das alterações ecológicas (Gomes et al., 2007). Esses efeitos podem resultar em mudanças qualitativas e quantitativas na densidade total ou nas atividades específicas, podendo favorecer ou diminuir a proliferação de grupos, de espécies minoritárias ou de espécies novas, levando a comunidade a um novo equilíbrio, que pode favorecer ou afetar negativamente o crescimento das plantas e a produtividade do solo (Siqueira, 1993).

Na medida em que o solo piora suas condições físicas e químicas, a diversidade de organismos entra em declínio, até se tornar praticamente inexistente (Jacobs et al.,

2006). Assim, a fauna edáfica é, além de agente, reflexo das condições do meio (Marques et al., 2006).

No estudo da comunidade do solo é necessário utilizar a medida de abundância e de diversidade de espécies ou de grupos presentes, já que de acordo com Drescher et al. (2007) a abundância e diversidade de grupos edáficos demonstram as condições de um solo em um dado momento, seus níveis de equilíbrio, degradação ou recuperação.

Por abundância, entende-se qualquer medida de tamanho de uma determinada espécie ou grupo presente, como biomassa ou quantidade (Merlim, 2005).

A diversidade é um índice composto de duas variáveis, a riqueza de espécies ou grupos de espécies e a equitabilidade ou uniformidade de repartição dos indivíduos entre os grupos (Odum, 1993; Begon et al., 1996). O padrão mais marcante é o de poucos grupos com muitos indivíduos e muitos grupos com poucos indivíduos. Os índices de diversidade de Shannon e de Pielou relacionam esses dois parâmetros (Odum, 1993). Jacobs et al. (2006) citam que o índice de Shannon é sensível à detecção das variações, potencializa as espécies raras encontradas em menor abundância. O Índice de Pielou é um índice de equitabilidade ou uniformidade, refere-se ao padrão de distribuição dos indivíduos entre grupos ou espécies (Moço et al., 2005).

Devido à alta sensibilidade da fauna de solo às mudanças do ambiente, vêm sendo realizadas pesquisas sobre esses organismos como indicadores da qualidade do solo (Rozanski et al., 2004; Dias et al., 2007a) ou de mudanças no ambiente (Silveira Neto et al., 1995), podendo ser útil na avaliação de agrossistemas degradados (Wink et al., 2005).

2.3.1. Macrofauna edáfica

A macrofauna do solo é constituída por uma complexidade de organismos que diferem no tamanho, metabolismo, atividade e mobilidade (Pasini e Benito, 2004) com comprimento (> 2 mm) (Swift et al., 1979), com as características de construir ninhos, cavidades, galerias e transportar materiais de solo (Giracca et al., 2003), incluindo Formigas (Hymenoptera), Cupins (Isoptera), Besouros (Coleoptera) e outros (Aquino, 2004; Silva et al., 2006). Esses invertebrados são fundamentais para o funcionamento do ecossistema, pois ocupam todos os níveis tróficos na cadeia alimentar do solo e afetam a produção primária de maneira direta e indireta (Silva et al., 2007a).

A macrofauna difere dos outros grupos por ser facilmente visível, sem recurso ótico, o que torna esse grupo um bioindicador promissor (Aquino, 2004). A maior concentração dos organismos pertencentes à macrofauna encontra-se na camada superficial

de 0-10 cm de profundidade, que é a camada mais afetada pelas práticas de manejo, como preparo do solo, adubação e deposição de resíduos orgânicos (Baretta et al., 2006).

A macrofauna edáfica tem papel fundamental na fragmentação e incorporação dos resíduos ao solo, criando condições favoráveis à ação decompositora dos microrganismos (Bayer e Mielniczuk, 1999). Mediante ação mecânica no solo contribuem para a formação de agregados estáveis, que permitem proteger uma parte da matéria orgânica de rápida mineralização (Sánchez e Reinés, 2001), sendo importante na mobilidade vertical de nutrientes assimiláveis, favorecendo o sistema radicular das plantas (Gassen, 1999; Silva et al., 2004a).

A diversidade e sensibilidade dos organismos frente às variações no meio ambiente lhes permitem servir como bioindicadores de qualidade do solo, uma vez que são sensíveis às mudanças de manejo, podendo ser utilizados no monitoramento de alterações ambientais, sendo ferramentas de orientação para o planejamento e na avaliação das práticas de manejo utilizadas (Aguiar et al., 2006; Toebe et al., 2006).

Fatores ecológicos e/ou ambientais constituem elementos do meio ambiente capazes de atuarem diretamente sobre os seres vivos. Os principais fatores do meio ambiente que influem na abundância e na diversidade dos insetos são: tempo, irradiação solar, temperatura, conteúdo de água do solo, fotoperíodo, vento e alimento (Dajos, 1978). Pinto et al. (2005) mencionam que as alterações microclimáticas podem alterar a distribuição e a abundância dos microrganismos nos sentidos de ocupação vertical e horizontal. De acordo com Bandeira e Harada (1998) em ecossistemas onde as estações secas e chuvosas são bem definidas, a fauna edáfica migra da superfície orgânica do solo, quando este apresenta deficiência de conteúdo de água do solo, para a camada mineral mais profunda, retornando para a superfície, quando o conteúdo de água do solo é restabelecido.

Na estação seca quase toda vida do solo superficial entra em declínio e somente a 50 cm de profundidade haveria conteúdo de água suficiente para a vida. Na estação chuvosa estes revivem, quase sem inimigos ou concorrentes. Outros sobrevivem em forma de ovos, como os ácaros (Primavesi, 1990).

2.3.2. Mesofauna edáfica

A mesofauna compreende invertebrados de tamanho médio (0,2 – 2,0 mm) que podem ser classificados, de acordo com seu comprimento incluindo Ácaro (Acarina) e Colêmbolo (Collembola), além de Besouro (Coleoptera), Mosquito (Diptera), Formiga

(Hymenoptera), Cupim (Isoptera), dentre outros (Swift et al., 1979). Em muitos tipos de solos, os mais abundantes organismos da mesofauna edáfica são os grupos Acarina, seguido de Collembola, sendo que, juntos, eles constituem de 72% a 97%, em números de indivíduos da fauna total de artrópodes do solo (Singh e Pillai, 1975; Mineiro e Moraes, 2001).

Os organismos da mesofauna são responsáveis principalmente pela transformação física e química da serrapilheira (Dias et al., 2007a). A sua principal função é a participação nos processos de transformação e fluxo de nutrientes (Martinho et al., 2004), decomposição da matéria orgânica, produção de húmus, ciclagem de nutrientes e energia, produção de complexos que causam agregação do solo, bem como, desempenho de funções importantes na estruturação do solo, mediante movimentação de partículas minerais e orgânicas, dentre outros (Swift et al., 1979; Lavelle et al., 1994; Toebe et al., 2006; Nascimento et al., 2007). A atividade, diversidade e abundância desses organismos refletem o tipo do solo e suas características (Martinho et al., 2004).

Heisler e Kaiser (1995) e Azpiazu et al. (2001) mencionam que os organismos da mesofauna habitam os espaços porosos do solo, nas fissuras e na interface entre a serrapilheira e o solo, são capazes de criar sua própria galeria, sendo particularmente afetados pela compactação do solo. A concentração dos organismos da mesofauna é maior na superfície do solo nas camadas de 0-5 e 0-10 cm de profundidade, onde a macroporosidade é maior, ainda que sejam encontrados, frequentemente, em áreas mais profundas (Baretta et al., 2003; Vitti et al., 2004; Jacobs et al., 2007).

A mesofauna tem distribuição agregada no solo, em virtude de fatores edafoambientais, destacando-se conteúdo de água do solo e alimento, os quais também influenciam sua migração vertical em busca de condições favoráveis (Swift et al., 1979; Takeda, 1979). Esse comportamento dificulta a avaliação das populações por amostragem de solo, pois excessivo número de amostras deve ser retirado dos solos para obtenção de resultados razoáveis, não sendo suficientes avaliar a macro e mesofauna em uma única amostra e em um mesmo ponto a ser estudado (Melo e Ligo, 1999; Baretta et al., 2003). Isto se deve, principalmente, aos diferentes tamanhos, hábitos e modo de locomoção dos animais, dificultando o estudo destes organismos que vivem no solo, especialmente quando mais de um grupo de indivíduos em ambientes diferenciados são analisados. Além da capacidade de migração vertical no solo a mesofauna apresenta alta variabilidade espacial (Melo e Ligo, 1999).

Os elementos climáticos e/ou meteorológicos como temperatura, precipitação e conteúdo de água do solo, são fatores limitantes ao crescimento da população da mesofauna do solo (Jacobs et al., 2007).

Embora a 50 cm de profundidade a temperatura do solo tende a estabilizar-se, isso não resolve muito para os organismos do solo que, em sua maioria, vivem até 20 a 30 cm de profundidade por necessitarem de oxigênio e matéria orgânica. De acordo com Primavesi (1990) a elevação da temperatura do solo é mortal para a maioria dos animais do solo, uma vez que somente estão recobertos por finíssima película, que não é capaz de protegê-los na época seca. Toda a fauna edáfica depende de certo grau do conteúdo de água do solo, de modo que qualquer temperatura que desumidifica a superfície do solo a prejudica.

A exposição do solo à irradiação solar também é letal à população de organismos da mesofauna edáfica, resultando na elevação da temperatura (Gassen, 2000). Conforme Primavesi (1990), a maioria dos organismos edáficos são antifototrópicos, isto é, não se adaptam adequadamente na presença de luz. Se o solo for compactado e desnudo, não há onde se refugiar e acabam morrendo porque em seu estado despigmentado não suportam a insolação direta. Assim, os fragmentos e/ou ilhas de vegetação encontrados na caatinga (Araujo, 2005) podem resultar no isolamento de populações e até na extinção de espécies, reduzindo a biodiversidade local, em função, principalmente, de perda de habitats e de uma maior incidência de raios solares entre os fragmentos (Gomes et al., 2007).

Böhm et al. (2007) mencionam que em solos onde a cadeia trófica foi quebrada ou interrompida, ocorre a predominância de determinados grupos ou espécies. Como a mesofauna depende da matéria orgânica do solo e de porosidade adequada, a desestruturação física pode contribuir para reduzir populações de organismos, restando somente algumas espécies que suportam condições adversas e estas, têm sua proliferação garantida pela falta de inimigos naturais. De acordo com Primavesi (1990) o solo quando mal manejado se adensa pelo cultivo ou pastejo, em consequência a circulação de ar e água no solo é modificado e estabelece-se uma comunidade nova.

De acordo com Souto (2006) as informações sobre as flutuações das comunidades de microrganismos e da mesofauna do solo em área de caatinga são incipientes. Esta situação é contrastante com a enorme velocidade com que extensas áreas de terra vêm sendo transformadas em áreas degradadas (Duarte, 2004). É bem possível que muitas espécies sejam extintas sem antes serem conhecidas (Merlim, 2005).

2.4. Produção de dióxido de carbono (CO₂) por meio da atividade microbiana

A atividade microbiana (respiração do solo ou edáfica) é o desprendimento do dióxido de carbono (CO₂) através da superfície deste e segundo Schilenter e Cleve (1985), este processo surge de pelo menos três fontes metabólicas: a respiração microbiana, das raízes e de outros organismos que compõe a meso e macrofauna.

A atmosfera do solo difere da atmosfera da superfície em relação à concentração de CO₂ que é de 10 a 100 vezes maior no solo, ocorrendo o inverso com o teor de O₂. Essas diferenças são decorrentes da respiração dos microorganismos e raízes, que consomem O₂ e eliminam o CO₂ (Tsai et al., 1992).

A medição do CO₂ liberado é uma forma de estimar o nível de atividade dos microrganismos do solo, a qual é um indicativo da velocidade de decomposição da matéria orgânica do solo (Alexander, 1977; Silva et al., 2007b). O aumento da atividade microbiana pode refletir em acúmulo ou decréscimo da matéria orgânica nativa do solo (Trevisan et al., 2002).

A maior atividade microbiana com maior liberação de CO₂ ocorre na camada superficial do solo, na profundidade (0-10 cm) (Delbem et al., 2007).

Singh e Gupta (1977) mencionam que a respiração edáfica oriunda da atividade microbiana em regiões secas, encontra-se entre 50 e 200 mg m⁻² h⁻¹, enquanto que em regiões de clima temperado, a respiração edáfica varia entre 100 e 500 mg m⁻² h⁻¹.

A magnitude das alterações na atividade microbiana, expressa pela liberação de CO₂, está relacionada com as variações microclimáticas (Lira, 1999; Araujo, 2005; Souto et al., 2007). A influência das estações do ano sobre a densidade populacional microbiana está determinada pela caracterização do clima, no qual se verificam principalmente, as oscilações de temperatura e conteúdo de água do solo, que vai influenciar na dinâmica populacional desses seres (Alves et al., 2005). O desenvolvimento microbiano é influenciado pela variação dos fatores microclimáticos, principalmente conteúdo de água do solo e de temperatura, assim como, pelos efeitos que essas variações causam sobre a cobertura vegetal (Cattelan e Vidor, 1990).

Para Panosso et al. (2007) a temperatura e o conteúdo de água do solo são os principais fatores de controle da variabilidade da emissão de CO₂ em solos e, essas podem ser modificadas rapidamente após as precipitações. De forma complementar, Souto et al. (2007) também consideram que os fatores limitantes para a atividade microbiana em área de caatinga são os baixos conteúdos de água e elevadas temperaturas do solo. As variações

de temperatura do solo dependem fundamentalmente do clima, cobertura vegetal, teor de água do solo e da sua coloração (Souto, 2002).

Os ambientes tropicais e subtropicais são caracterizados pela incidência elevada de insolação e radiação solar, resultando em altas temperaturas (Bayer, 2004). Em consequência, a velocidade de decomposição da matéria orgânica no solo é maior à medida que a temperatura aumenta, desprendendo CO₂, que é arrastado para atmosfera (Bley Jr., 1999). Nesse sentido, a respiração do solo é um forte indicador da intensidade de decomposição. Essa intensidade mostra-se distinta no curso do tempo diário e anual e depende do clima e da atividade biológica no solo (Sing e Gupta, 1977).

A irradiação solar é um dos processos importantes que governam os ciclos diurnos da temperatura do solo e da evaporação da água, controlando as taxas de produção de CO₂ no interior do solo e assim, as emissões de CO₂ do solo para a atmosfera (Ouyang e Zheng, 2000), apresentando correlação linear positiva de perdas de CO₂ com irradiação solar e temperatura do solo (Araujo et al., 2005). Escobar et al. (2007) afirmam que a dinâmica temporal da liberação de CO₂ do solo, numa análise diária, é função principalmente da irradiação solar.

Nos trópicos, a temperatura do verão situa-se na faixa de 30 a 35 °C, sugerindo que o consumo de 'alimentos' pela atividade microbiana na superfície do solo atinge o máximo e em seguida entra em colapso, pelo excesso de temperatura (Bley Jr., 1999). Nesse sentido, Souto et al. (2009) mencionam que no semiárido, às 14 horas é atingido o valor máximo de temperatura, aproximadamente 50 °C, tanto na superfície quanto a 10 cm de profundidade, provocando a inibição da atividade microbiana.

No semiárido a maior produção de CO₂ ocorre no período noturno (Silva et al. 2004b; Silva, 2003; Alves et al., 2004; Souto et al., 2007). Maia (2002) atribui esses resultados às temperaturas mais amenas e conteúdo de água do solo mais alta.

De acordo com Moreno et al. (2007) a atividade microbiana dos solos pode não ser constante, visto que a mesma se altera ao longo do tempo. O tipo de manejo do solo promove profundas alterações nos componentes físicos, químicos e biológicos do solo, que provocam também mudanças qualitativas e quantitativas nos microrganismos e na sua atividade (Yada et al., 2007). Desse modo, a quantificação da atividade microbiana, avaliada por meio do C-CO₂ liberado, tem sido utilizada como indicador sensível de estresse/perturbação ou estabilidade de ecossistemas (De-Polli e Guerra, 1999; Colozzi Filho et al., 2001).

Nos ambientes tropicais ainda são pouco conhecidos aspectos como a variabilidade temporal e espacial, a relação com propriedades do solo e também como as

diversas práticas e estratégias utilizadas em agricultura e/ou pecuária afetam a emissão do CO₂ no solo (Panosso et al., 2006a; Panosso et al., 2006b). Informações das mudanças temporais do fluxo de CO₂ podem indicar quais as práticas de manejo que poderiam minimizar a evolução de CO₂ (Duiker e Lal, 2000). Matter et al. (1999) afirmam que as práticas que contribuem para a adição ou remoção de material vegetal do solo acarretam alterações na biomassa microbiana, as quais podem ser avaliadas pelos quantitativos de gás carbônico produzido.

Assim, de acordo com Souto et al. (2004) as alterações antrópicas podem ser diagnosticadas por meio da mensuração de emissões de CO₂ do solo para a atmosfera, já que variam em função de fatores como atividade microbiana e radicular do solo, disponibilidade de carbono orgânico e também o conteúdo de água do solo.

A atividade microbiana também pode ser utilizada para se documentar mudanças na dinâmica do carbono do solo em áreas que sofreram desmatamento para a implantação de culturas e/ou pecuária (Feigl, 1995). Altas taxas de respiração podem significar, a curto prazo, liberação de nutrientes para as plantas e a longo prazo, perda de carbono orgânico do solo e outros elementos para atmosfera (Parkin et al., 1996; Verginassi et al., 2007). Para Tsai et al. (1992) o aumento demasiado da atividade microbiana elevará a taxa de CO₂ liberado para atmosfera, favorecendo o aquecimento global ou efeito estufa, reduzindo a camada de ozônio. Um dos fatores que contribui para esse aumento é a elevação da temperatura do solo e para Bley Jr. (1999) a respiração do solo aumenta com a temperatura e para determinada temperatura ela é maior em condições de umidade ótima.

2.5. Alterações ambientais e consequências socioeconômicas decorrentes das atividades antrópicas

A caatinga encontra-se em acentuado processo de degradação, ocasionado, principalmente, pelo desmatamento e uso inadequado dos recursos naturais (Drumond et al., 2000). O uso continuado do solo com repetição de práticas agrícolas na mesma área, principalmente através da agricultura e/ou pecuária, pode alterar o equilíbrio e a diversidade da fauna edáfica (Pandolfo et al., 2004). Isso ocorre porque todos os sistemas naturais possuem um elo fraco em que o mínimo acréscimo de tensão provoca alterações no conjunto do sistema (Drew, 1986).

A maioria dos sistemas de produção em prática na caatinga apresenta baixa sustentabilidade, em função do pouco conhecimento do produtor rural que utiliza técnicas quase sempre inadequadas a conservação do solo, comprometendo assim, a sua

sustentabilidade. As consequências desse modelo extrativista predatório se fazem sentir nos recursos naturais da caatinga, onde já se observam perdas na diversidade da flora e da fauna em função de alterações profundas no habitat, aceleração dos processos erosivos e declínio da fertilidade do solo (Nunes et al., 2007).

A substituição da cobertura vegetal por atividades antrópicas, com ocorrência frequente nas regiões brasileiras, notadamente na região semiárida do Nordeste, provoca efeitos drásticos, seja pela diminuição da proteção do solo contra os raios solares e a erosão, como pela redução dos compostos orgânicos (Trevisan et al., 2002). Com a redução da vegetação as perdas de nutrientes e matéria orgânica são facilitadas pela erosão, sobretudo no período das chuvas, além de expor o solo às intempéries (irradiação, temperatura, ventos, chuva), favorece as perdas de água por evaporação e evapotranspiração.

O pastejo de caprinos em criação extensiva pode agravar a vulnerabilidade do ambiente. Bertol et al. (1998) constataram redução nos valores de cálcio e magnésio no solo, atribuindo essa diminuição ao aumento da carga animal e exportação através do pastejo, podendo ser parcialmente explicado, ainda pela perda de nutrientes por erosão, em função da menor cobertura superficial do solo. Araújo Filho et al. (2002) comentam que geralmente, os produtores utilizam altas taxas de lotação, associadas à elevada pressão de pastejo, contribuindo diretamente para degradação das pastagens e para os baixos índices de produção e produtividade do rebanho.

A degradação dos ecossistemas da caatinga traz como consequência o declínio da produtividade do sistema de produção, da renda e qualidade de vida do produtor rural. A FAO (1993) considera os caprinos como um dos agentes promotores de degradação nas regiões semiáridas em virtude da falta de manejo correto. Teles (2005) menciona que a criação de ovino e caprino passa a ser a alternativa econômica mais adequada para os ambientes semiáridos, entretanto, em decorrência do manejo incorreto e da dificuldade de formação de pastos, os animais ficam soltos em grandes áreas da caatinga, provocando no seu ir e vir um pisoteio acentuado sobre o solo, comprometendo a renovação de populações vegetais desse ecossistema.

Medeiros et al. (1994) afirmam que os caprinos têm diversas habilidades digestivas, como maior eficiência digestiva na utilização de fibras e economia de água e de nitrogênio, as quais lhes conferem capacidade de sobreviver em regiões onde a disponibilidade de água e de tecido vegetal é escassa em pelo menos um período do ano, como nas regiões áridas e semiáridas. Como afirma Araújo Filho (1980) a baixa e variável precipitação, associada a solos de características físicas limitantes, tornam as áreas do

sertão nordestino impróprias para a agricultura intensiva, sendo a exploração pecuária, a vocação dessa região.

No entanto, Mesquita et al. (1989) mencionam que a remoção de material oriundo de plantas lenhosas pelos caprinos concentra-se na estação seca, uma vez que durante a estação chuvosa os animais se alimentam de plantas herbáceas anuais, que crescem em abundância no curto período de chuvas. À medida que a seca aumenta, os caprinos intensificam a utilização de plântulas e folhas de arbustos e árvores, passando a consumir raízes, tubérculos, troncos e folhas caídas no solo depois que as espécies decíduas perdem suas folhas. Assim, o consumo de plântulas e de sementes das espécies que frutificam no período seco pelos caprinos podem afetar a abundância e a distribuição geográfica de espécies da caatinga (Leal et al., 2003) ou em casos extremos levá-las a extinção, caso não haja um manejo adequado da exploração dos recursos naturais.

A queimada é também uma prática comumente utilizada para limpar o terreno no semiárido, em virtude da facilidade e do baixo custo, eliminando a cobertura do solo e por conseguinte, a fonte de alimentos da fauna do solo, que foi privada de sua alimentação e abrigos, refletindo sobre sua densidade e diversidade (Nunes et al., 2007).

As espécies da caatinga são utilizadas como fonte de energia e/ou combustível (Teles, 2005), consumo de lenha, cercas ou venda, geralmente sem seguir um manejo específico. As poucas informações sobre as formas de exploração, épocas de poda e manipulação da vegetação nativa, dificultam a exploração racional das espécies da caatinga. O desenvolvimento de práticas de manejo adequadas às necessidades, além de aumentar a oferta de forragem, pode mudar o enfoque essencialmente extrativista e de baixa produção utilizado na região, protegendo o ecossistema dos danos causados pela exploração tradicional, que tem mostrado sinais de exaustão (Araújo Filho e Barbosa, 1999).

De acordo com Sampaio e Araújo (2005) o semiárido Nordeste, com cerca de 1 milhão de km², é uma das maiores áreas do mundo susceptível ao processo de desertificação. Se os sinais de degradação são evidentes, a sua organização em um sistema de indicadores quantitativos do avanço do processo é ainda muito incipiente e não fornece resultados consistentes com as observações. O único indicador aceito de forma geral é a baixa cobertura vegetal, um sinalizador do início do processo de degradação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização das áreas de estudo e do experimento

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Bacia Escola, com 500 ha de área territorial, pertencente à Universidade Federal da Paraíba, administrada pelo Centro de Ciências Agrárias, localizada em São João do Cariri - PB, coordenadas geográficas 7°23'30" S e 36°31'59" W, com altitude de 458 m (Figura 1), situada na zona fisiográfica do Planalto da Borborema, fazendo parte da mesorregião da Borborema e da microrregião do Cariri Oriental.

Apresenta relevo suave ondulado sobre o embasamento cristalino. Com relação ao sistema de drenagem, a área faz parte da bacia hidrográfica do rio Paraíba e sub-bacia do rio Taperoá, riacho Namorado e demais cursos d'água tributários desse canal, cujas nascentes encontram-se inseridas no território da UFPB.

Os solos predominantes na Bacia Escola, de acordo com Chaves e Chaves (2000), são: LUVISSOLO Crômico vértico, que ocupa a maior parte das terras contidas na área da bacia, apresentando-se severamente erodido à medida que o relevo torna-se mais acentuado; VERTISSOLO, ocupando as posições mais baixas da bacia, nas circunvizinhanças do açude Namorado e relevo mais plano no interior da bacia hidrográfica; E NEOSSOLO Lítico, encontrado nas encostas mais íngremes e em posição de topo associado a afloramentos de rochas, em relevo ondulado a forte ondulado (EMBRAPA, 1999). Na área experimental a textura predominante é franco arenosa e franco argilo arenosa. De acordo com Sousa (2006) a fertilidade do solo na área experimental mantém-se na média da Bacia Escola com pH = 6,2 e 7,1, P = 0,75 a 1,2 mg Kg⁻¹, Ca = 2,7 a 4,9 cmol_c Kg⁻¹, Mg = 2,6 a 5,2 cmol_c Kg⁻¹, K = 62 a 104 mg Kg⁻¹, Na = 0 a 46 mg Kg⁻¹ e M. Orgânica = 6,0 g Kg⁻¹.

Na área predomina o clima Bsh - semiárido quente com chuvas de verão e o bioclima 2b apresentando um total de meses secos, variando de 9 a 11, denominado de subdesértico quente de tendência tropical (Governo do Estado da Paraíba, 1985). A temperatura média mensal varia de 27,2 °C no período novembro-março a 23,1 °C em julho, sendo estes os valores máximos e mínimos, respectivamente, com precipitações de 400 mm/ano e umidade relativa de 70%.

A vegetação que recobre a região estudada é a Caatinga hiperxerófila (vegetação caducifólia espinhosa).

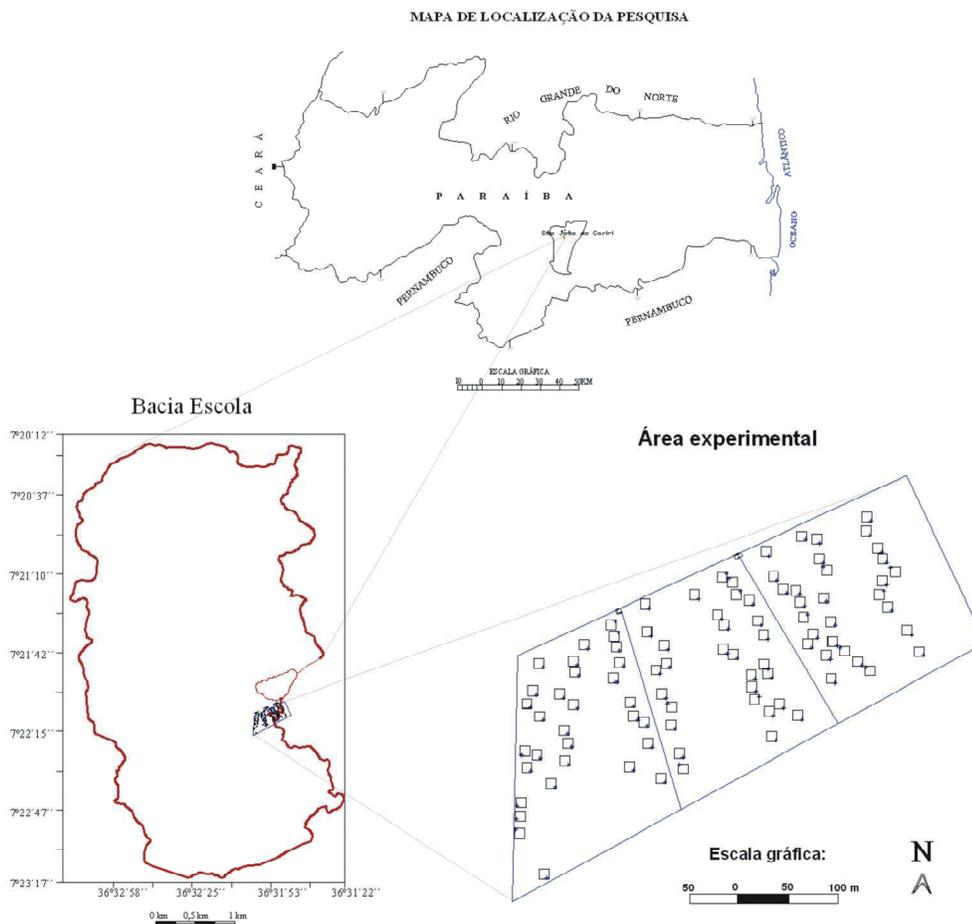


Figura 1. Localização de São João do Cariri - PB, com ênfase para a área experimental, localizada na Fazenda Experimental Bacia Escola.

3.2. Delineamento experimental

Para avaliar o nível de interferência ocasionado pelo manejo de caprinos, foram utilizadas três áreas contíguas de caatinga correspondente aos três tratamentos: T₁ (10 animais – 1 animal/3.200 m²), T₂ (5 animais – 1 animal/6.400 m²) e T₃ (Testemunha - Sem animais), que corresponde as áreas I, II e III. A área do experimento totalizou 9,6 ha e para cada tratamento foi utilizada uma área de 3,2 ha (Figura 2). Foram utilizados caprinos machos, adultos, sem padrão de raça definido. Os caprinos permaneceram nas áreas até o final do período experimental, com entrada em agosto de 2007, os quais se alimentaram somente da caatinga.

Em cada tratamento foram estabelecidos três transectos, distando aproximadamente 20 m um do outro e em cada transecto, foram marcadas dez unidades experimentais equidistantes de 10m x 10m e sub-parcelas de 1m x 1m, sendo amostradas

30 unidades amostrais, em cada tratamento, totalizando 90 pontos em toda área experimental (Figura 2).

O levantamento florístico e fitossociológico da população arbustivo-arbóreo das três áreas foi feito nas 90 unidades amostrais 10m x 10m e nas 90 sub-parcelas equidistantes 1m x 1m foram realizadas mensalmente (janeiro a dezembro de 2008), geralmente no dia 10 de cada mês, determinações do CO₂ (no período diurno e noturno), macrofauna e mesofauna do solo, coleta de material de solo para determinações de carbono (C), matéria orgânica (MO) e conteúdo de água do solo. Também foram selecionados em cada tratamento, seis pontos de coleta (definidos ao acaso), para determinação da cinética de liberação de CO₂ a cada duas horas no período diurno (das 05:00 às 17:00 h).

Nas determinações do CO₂, os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizados, arranjado em parcela sub-subdividida (3x12x2), sendo 3 taxas de lotação (Parcelas), 12 épocas de avaliação (Sub-parcelas) e 2 turnos de coleta de dados (Sub-subparcela) e 30 unidades experimentais.

Para a cinética de CO₂, os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado arranjado em parcela sub-subdividida (3x12x6), sendo 3 taxas de lotação (Parcela), 12 épocas de avaliação (Sub-parcelas), 6 instantes (Sub-subparcelas) e 3 unidades experimentais.

Nas determinações do carbono (C), matéria orgânica (MO) e conteúdo de água do solo, os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas (3x12), sendo 3 taxas de lotação (Parcelas) e 12 períodos de avaliação (Sub-parcela) e 30 unidades experimentais. Para os experimentos de macrofauna e mesofauna do solo, utilizou-se a estatística descritiva.

Área experimental

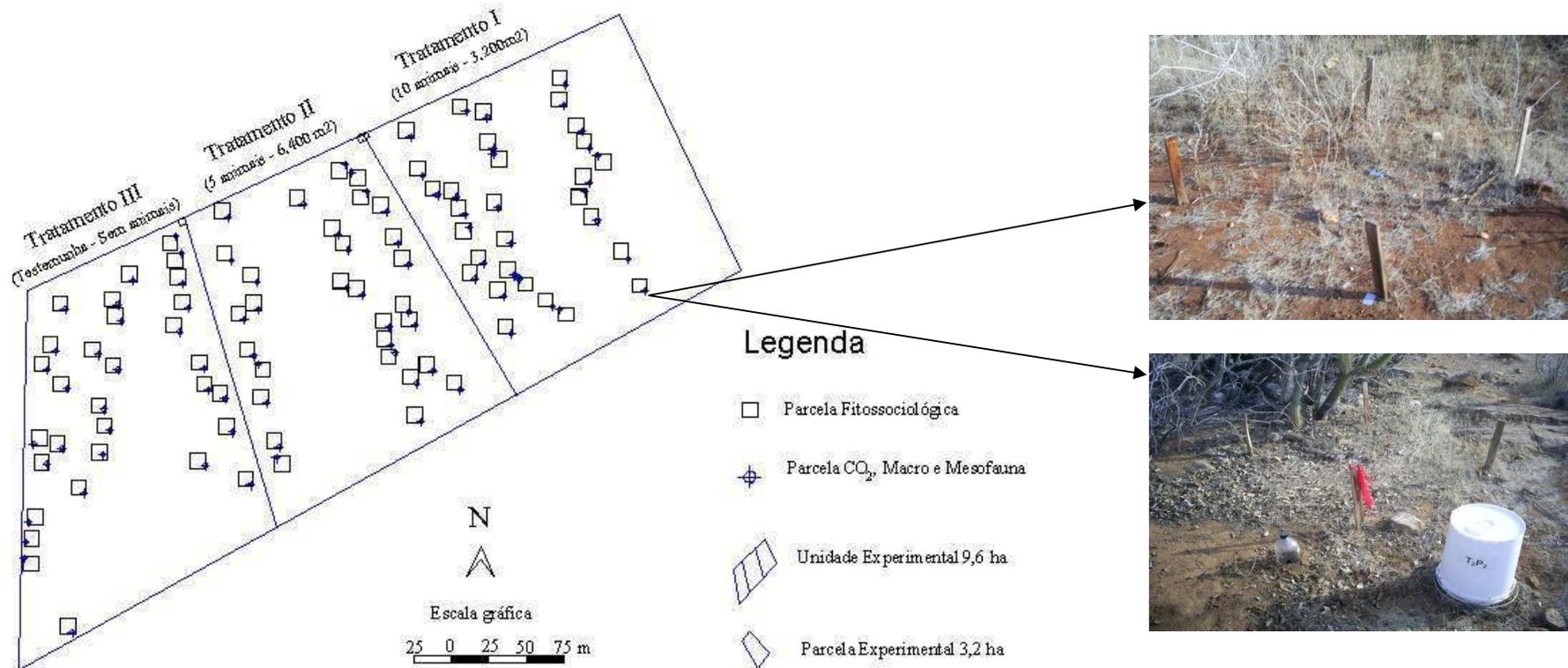


Figura 2. Área experimental com enfoque para os três transectos com parcelas equidistantes 10m x 10m para o levantamento florístico e fitossociológico e sub-parcelas equidistantes 1m x 1m, para amostragens de CO₂, C, MO, conteúdo de água do solo, macro e mesofauna edáfica e cinética de CO₂.

3.3. Levantamento florístico e fitossociológico do componente arbustivo-arbóreo da caatinga

O levantamento florístico foi realizado pelo método de parcelas, com distribuição sistemática dispostas de forma equidistante 10m x 10 m. Foram anotados em cada parcela: a espécie, a altura e a circunferência de todos os indivíduos amostrados (Rodrigues, 1989). As espécies foram organizadas por família no sistema de Cronquist (1988), incluindo-se informação sobre o hábito.

Para verificar a suficiência amostral das áreas, foram confeccionadas curvas de coletores para cada área de estudo, com base em Rodal et al. (1992), plotando-se no eixo das abscissas o número de parcelas adotadas.

Para a identificação da similaridade florística entre as áreas de estudo foi elaborada uma matriz de presença/ausência de espécies.

Para quantificar a diversidade do ecossistema com o intuito de se comparar os diferentes tipos de vegetação, foi utilizado o Índice de diversidade de Shannon-Weaver que considera igual o peso entre as espécies raras e as abundantes (Magurran, 1988).

$$H' = \frac{\left[N \cdot \ln(N) - \sum_{i=1}^S ni \ln(ni) \right]}{N} \quad (1)$$

em que:

H' = Índice de diversidade de Shannon-Weaver;

N = Número total de indivíduos amostrados;

ni = Número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie;

S = Número de espécies amostradas;

ln = Logaritmo de base neperiana (e).

Quanto maior for o valor de H', maior será a diversidade florística da população em estudo (Ramalho, 2008). Este índice pode expressar riqueza e uniformidade.

Para quantificar a similaridade das comunidades foi realizada uma análise de agrupamento usando o índice de similaridade de Jaccard (Muller-dombois e Ellenberg, 1974).

$$SJij = \frac{c}{a + b - c} \quad (2)$$

em que:

SJij = Índice de similaridade de Jaccard;

a = Número de espécies ocorrentes na parcela 1 ou comunidade 1;

b = Número de espécies ocorrentes na parcela 2 ou comunidade 2;

c = Número de espécies comuns às duas parcelas ou comunidades.

Para a avaliação da distribuição espacial das espécies (agregação) foi aplicado o Índice de MacGuinnes (IGA) (MacGuinnes, 1934), a partir da equação:

$$IGA_i = \frac{D_i}{d_i} \quad (3)$$

Sendo:

$$D_i = \frac{n_i}{uT} \quad (4)$$

$$d_i = \ln(1 - f_i) \quad (5)$$

$$f_i = \frac{u_i}{uT} \quad (6)$$

em que:

IGA i = "Índice de MacGuinnes" para a i -ésima espécie;

D_i = Densidade observada da i -ésima espécie;

d_i = Densidade esperada da i -ésima espécie;

f_i = Frequência absoluta da i -ésima espécie;

\ln = Logaritmo neperiano;

n_i = Número de indivíduos da i -ésima espécie;

u_i = Número de unidades amostrais em que a i -ésima espécie ocorre;

uT = Número total de unidades amostrais.

Classif. IGA = Classificação do padrão de distribuição dos indivíduos das espécies, que obedece a seguinte escala:

$IGA_i < 1$: Distribuição uniforme;

$IGA_i = 1$: Distribuição aleatória;

$1 < IGA_i \leq 2$: Tendência ao agrupamento;

$IGA_i > 2$: Distribuição agregada ou agrupada.

Para determinação dos parâmetros fitossociológicos, considerou-se todos os indivíduos arbóreo-arbustivos vivos com Circunferência à Altura da Base (CAB) \geq a 3 cm e altura (h) mínima de 1 m (Amorim et al., 2005). Em casos de indivíduos ramificados, a área basal individual resulta da soma de áreas basais de cada ramificação (Rodrigues, 1989).

As medidas de altura foram feitas com auxílio de uma régua graduada. Para medir a circunferência dos indivíduos foi utilizada fita métrica (Santana, 2005). Em seguida, calculou-se o diâmetro pela equação:

$$D = \frac{CAB}{\pi} \quad (7)$$

em que:

D = diâmetro;

CAB = Circunferência a Altura da Base.

Para caracterizar a estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva, foram calculados, para cada espécie, os parâmetros fitossociológicos de acordo com Rodrigues (1989). Foram determinados os seguintes parâmetros:

- Número de indivíduos (NIND);
- Número de parcelas de ocorrência (NPARC);
- Frequência Absoluta (FA) - a relação entre o número de parcelas ou pontos que ocorre uma dada espécie e o número total de amostras, expressa em percentagem.

$$FA\% = \frac{P_i}{P} \times 100\% \quad (8)$$

em que:

P_i = Número de ocorrência da espécie i;

P = Número total de amostras.

- Frequência Relativa (FR) - a relação entre a frequência absoluta de uma dada espécie com as frequências absolutas de todas as espécies, expressa em percentagem.

$$FR\% = \frac{FA_i}{\sum FA_i} \times 100\% \quad (9)$$

- Densidade Absoluta - é a medida que expressa o número de indivíduos de uma dada espécie (n_i) por unidade de área (A).

$$DA = \frac{n_i}{A} \text{ ha} \quad (10)$$

em que:

n_i = Número de indivíduos da espécie i;

A = Área total amostrada (ha).

- Densidade Relativa - é a relação entre o número de indivíduos de uma determinada espécie (n_i) e o número de indivíduos amostrados de todas as espécies (N), expressa em percentagem.

$$DR\% = \frac{n_i}{N} \times 100\% \quad (11)$$

- Dominância Absoluta (DoA) - é dada a partir da somatória da área basal dos indivíduos de cada espécie (AB_i), dividido pela área total amostrada (A).

$$DoA = \frac{AB_i}{A} \text{ m}^2/\text{ha} \quad (12)$$

- Dominância Relativa (DoR) - a relação entre a área basal total de uma determinada espécie e a área basal total de todas as espécies amostradas, expressa em porcentagem.

$$DoR\% = \frac{ABi}{\sum ABi} \times 100\% \quad (13)$$

- Índice de Valor de Importância (IVI) - representa a soma dos valores relativos de densidade, de frequência e de dominância de cada espécie.

$$IVI \% = DR + FR + DoR \quad (14)$$

- Índice de Valor de Cobertura (IVC) - representa a soma dos valores relativos de densidade e dominância de cada espécie.

$$IVC \% = DR + DoR \quad (15)$$

3.4. Quantificação de organismos do solo (macrofauna)

A macrofauna do solo foi determinada mediante utilização de armadilhas do tipo Provid (Giracca et al., 2003; Fornazier et al., 2007), constituída por uma garrafa PET com capacidade de 2 L, contendo quatro orifícios com dimensões de 2x2 cm na altura de 20 cm de sua base, contendo 200 mL de uma solução de detergente a uma concentração de 5% (Figura 3A e 3B) e 5 gotas de Formol P.A. (Formaldeído) (Figura 3C).

As armadilhas foram enterradas com os orifícios ao nível da superfície do solo e foram mantidas no mesmo local em todas as coletas (Almeida et al., 2007), permanecendo no campo por um período de quatro dias (96 horas) (Drescher et al., 2007) (Figura 3D).

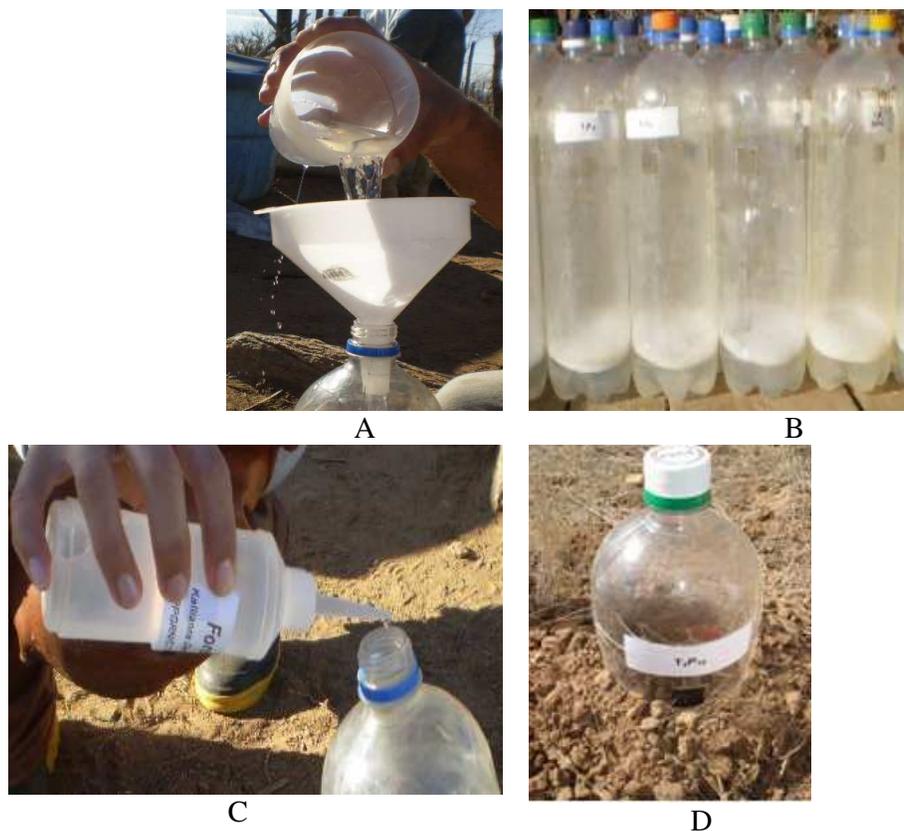


Figura 3. Armadilhas do tipo Provid com 200 mL de solução de detergente a 5% (A e B) e 5 gotas de Formol P.A. (Formaldeído) (C) e armadilhas enterradas com os orifícios ao nível da superfície do solo (D).

As armadilhas foram levadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande e o material coletado foi lavado sobre peneira de 0,25 mm e com o auxílio de lupa e pinças, foi feita a contagem e identificação (Borror e Delong, 1969; Costa et al., 2006) dos organismos da ordem dos grandes grupos taxonômicos (Figura 4A e 4B). Os organismos encontrados com comprimento (> 2 mm) (Swift et al., 1979) foram extraídos e armazenados numa solução de álcool a 70% (Figura 4C e 4D).

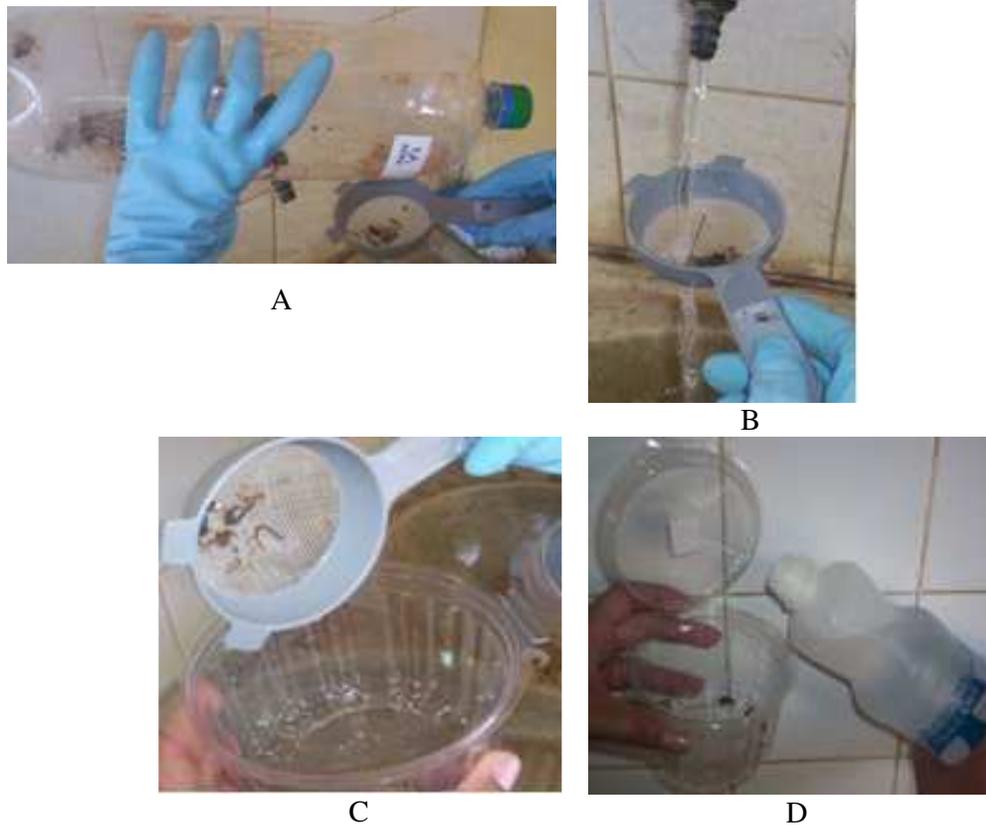


Figura 4. Lavagem do material coletado em peneira de 0,25 mm (A e B) e armazenamento dos organismos numa solução de álcool 70% (C e D).

Na avaliação quantitativa da macrofauna foi mensurada a abundância (número total de organismos) e qualitativamente, mediante a diversidade. As comparações dos grupos dos diferentes tratamentos foram feitas mediante a utilização dos Índices de Diversidade de Shannon e o Índice de Equitabilidade de Pielou (e) (Odum, 1993).

O índice de diversidade de Shannon (H) foi definido por: $H = -\sum p_i \cdot \log p_i$ (16)

em que:

$P_i = n_i/N$;

n_i = densidade de cada grupo;

$N = \sum n_i$.

Esse índice assume valores que pode variar de 0 a 5, sendo que o declínio de seus valores é o resultado de uma maior dominância de grupos em detrimento de outros (Begon et al., 1996).

O Índice de Uniformidade de Pielou (e) é um índice de equitabilidade, sendo definido por: $e = H/\log S$ (17)

em que:

H= índice de Shannon;

S = Número de espécies ou grupos.

3.5. Quantificação de organismos do solo (mesofauna)

A mesofauna do solo foi determinada coletando-se amostras de solo + serrapilheira com o emprego de anéis metálicos (diâmetro = 4,8 cm e altura = 3 cm). Os anéis foram introduzidos no solo com sucessivos golpes de martelo, até que estes fossem totalmente preenchidos com solo (Figura 5A). Para retirar o anel do solo, utilizou-se espátula que foi introduzida lateralmente. O excedente de solo foi retirado e o anel foi envolvido em dois discos de tecidos distintos, sendo um de tecido filó e outro de TNT (Tecido Não Texturizado) de coloração branca (Figura 5B) e foram cuidadosamente acondicionadas em bandejas plásticas, cobertas com sacos para minimizar as perdas de conteúdo de água do solo e de material (Figura 5C).

Durante o período seco, antes da retirada das amostras com o anel, a área foi umedecida, de modo a evitar que a amostra se desprendesse, prejudicando a extração dos organismos (Figura 5D). Uma vez coletada, as amostras foram levadas até a bateria de extratores Berlese-Tullgren modificado (Figura 6A) para a extração dos organismos constituintes da mesofauna do solo, uma vez que o armazenamento da mesofauna superior a 24 horas, provavelmente, causaria a morte de indivíduos mais sensíveis (Melo, 2002). O método consiste na migração descendente dos insetos da amostra do solo, devido à elevação da temperatura provocada pelas lâmpadas, na superfície do solo. Os insetos caem no funil e posteriormente no recipiente de vidro com capacidade para 240 ml, com 30 ml de solução de álcool etílico a 70% (Figura 6B).

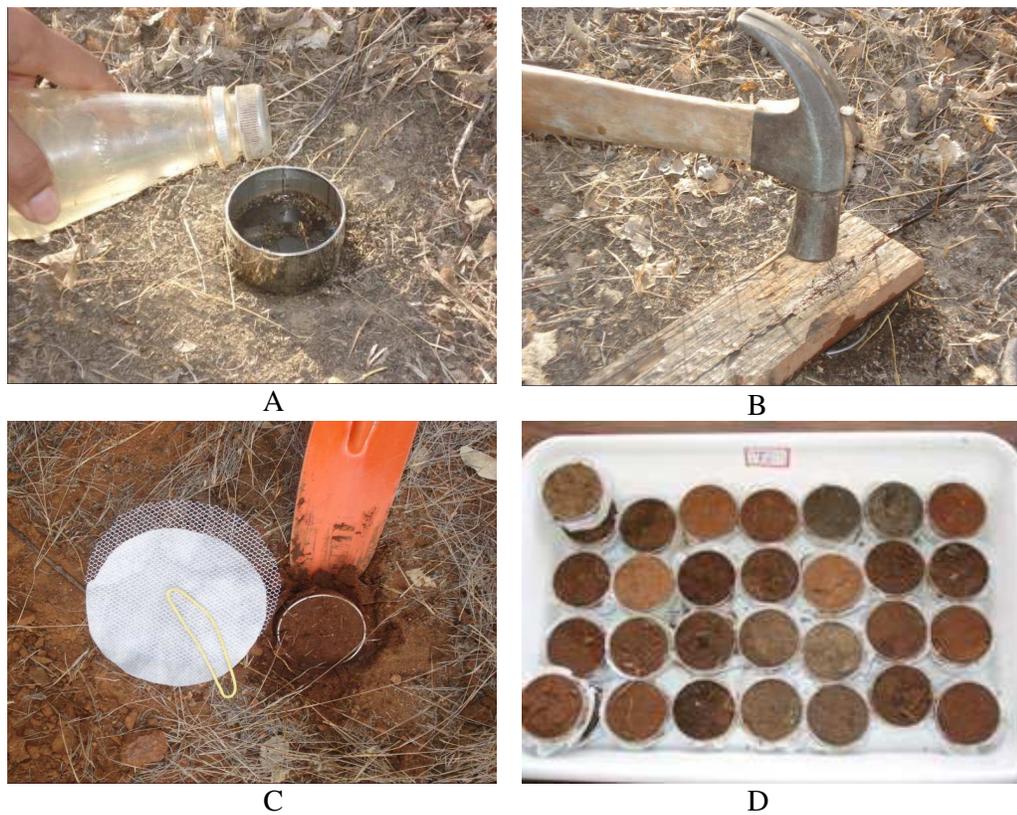


Figura 5. Umedecimento do solo no período seco (A), com introdução dos anéis no solo (B), retirada das amostras (C) e forma de acondicionamento (D).

O equipamento Berlese-Tullgren contém em cada estrutura, 30 lâmpadas de 25 W, dividida em dois compartimentos. No compartimento superior foram instalados os anéis com as amostras de solo e as lâmpadas, enquanto no compartimento inferior foram instalados os funis e os frascos de vidro com solução de álcool etílico para o recolhimento dos organismos. As amostras foram mantidas no extrator por 96 horas expostas à luz e calor, com a temperatura na parte superior do anel atingindo 42 °C.

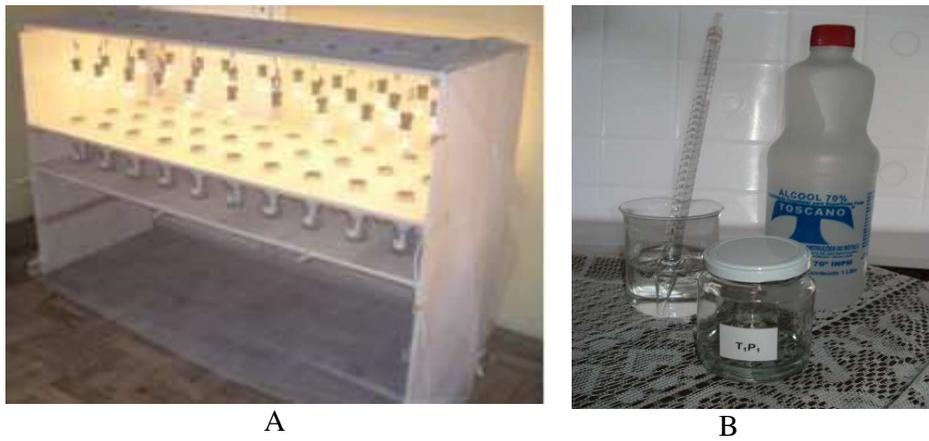


Figura 6. Bateria de extratores Berlese-Tullgren modificado (A) e recipiente de vidro com capacidade para 240 ml, com 30 ml de solução de álcool etílico a 70% (B).

A radiação emitida pelas lâmpadas, no decorrer de 96 horas fez com que o solo fosse secando progressivamente de forma descendente, forçando os organismos a migrarem para as camadas mais profundas da amostra de solo e em seguida para os funis e para os frascos receptores, devidamente identificados, contendo a solução. A bateria de extratores foi vedada com telas de náilon, para evitar que as luzes dos extratores atraíssem outros insetos noturnos, o que poderia mascarar as informações.

O conteúdo de cada frasco foi transferido para as placas de Petri e foi feita a contagem e identificação no nível de ordem dos organismos presentes em cada amostra, com o auxílio de uma lupa binocular. As análises foram feitas no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Campina Grande.

A mesofauna do solo, com comprimento entre (0,2 - 2 mm) (Swift et al., 1979), foi avaliada quantitativamente através da abundância (número total de organismos) e qualitativamente, através da diversidade. Foram feitas comparações dos grupos utilizando o índice de diversidade de Shannon e o índice de equitabilidade de Pielou (e), de forma semelhante ao procedimento utilizado para quantificação da macrofauna do solo já citado no item 3.4.

3.6. Avaliação da produção de dióxido de carbono (CO₂) por meio da atividade microbiana

As medidas de CO₂ (atividade microbiana) foram realizadas durante 12 horas no período diurno (5:00 às 17:00 h) e 12 horas no período noturno (17:00 às 5:00 h), mediante a metodologia descrita por Grisi (1978) em que o CO₂ liberado por uma área de solo é absorvido por uma solução de KOH 0,5 N e pela dosagem por titulação com HCl 0,1 N. Foi considerado como indicador a fenolftaleína e o alaranjado de metila a 1%, preparado segundo Morita e Assumpção (1972). Foi utilizado um frasco controle ou testemunha que permaneceu hermeticamente fechado e que também foi submetido ao processo de titulação. A determinação do CO₂ absorvido foi realizada a partir das equações:

$$ACO_2 = (A-B) \times 2 \times 2,2 \text{ em mg} \quad (18)$$

$$A'CO_2 = ACO_2 \times (4/3 \times 10.000/h + S) \text{ em mg m}^{-2} \text{ h}^{-1} \quad (19)$$

em que:

A'CO₂ = Absorção de CO₂;

A = Diferença, em mL, entre a 1^a e a 2^a viragem da coloração da amostra;

B = Diferença, em mL, entre a 1^a e 2^a viragem da coloração do controle ou testemunha;

h = Período de permanência da amostra no solo (horas);

S = Área de abrangência do balde.

Para efetuar a medição de CO₂ foram distribuídos em cada tratamento 30 recipientes de vidro contendo 10 mL de KOH a 0,5 N, totalizando 180 recipientes, sendo 90 no período diurno e 90 no noturno. Esses conjuntos foram cobertos com baldes plásticos com capacidade para 22 L (Figura 7).



Figura 7. Balde utilizado na medição do CO₂.

O balde possui formato cilíndrico, com 29,8 cm de diâmetro e 36,5 cm de altura, cobrindo uma área de solo de 697,46 cm². As bordas do cilindro foram enterradas cerca de 3 cm, para evitar as trocas gasosas diretamente com a atmosfera. Cada recipiente contendo a solução de KOH 0,5 N, foi rapidamente destampado para que fixasse o CO₂ liberado do solo e cobertos com o balde plástico. Após doze horas de permanência no local, os baldes foram retirados e os recipientes foram rapidamente tampados e acondicionados em caixa de isopor e, em seguida titulados. As taxas de cinética de CO₂ foram feitas em seis pontos de coleta, de cada tratamento, no intervalo de duas horas (das 05:00 às 17:00h).

3.7. Coleta das amostras de solo para as determinações de carbono, matéria orgânica e conteúdo de água do solo

As coletas de material de solo foram feitas na camada superficial de 0-10 cm de profundidade, geralmente no dia 10 de cada mês e acondicionadas em sacos plásticos (Figura 8A). Em seguida, foram secadas à sombra e ao ar, destorroadas, passadas em peneira de malha de 2 mm (Terra Fina Seca ao Ar – TFSA) e enviadas para análises no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UAEAg/UFCG, para determinação de carbono (C) e matéria orgânica (MO) do solo (g Kg⁻¹) (EMBRAPA, 1997) (Figura 8B). As amostras de solo para determinação do conteúdo de água do solo (%) foram acondicionadas em latas de alumínio com peso conhecido e identificadas.

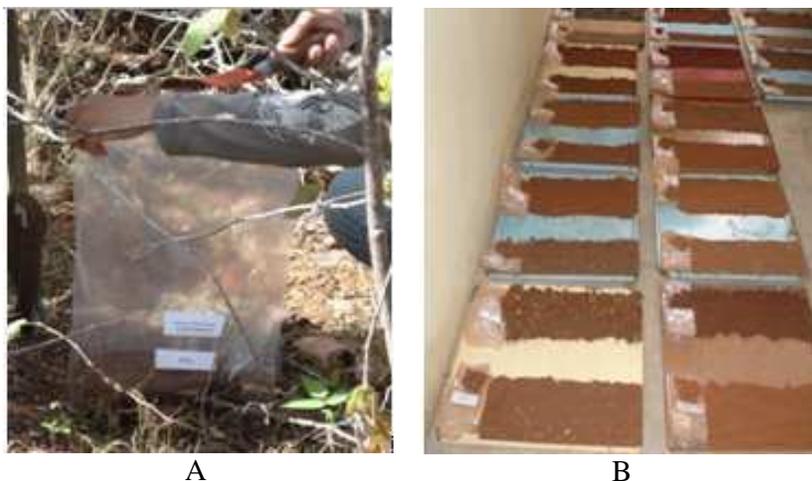


Figura 8. Coleta de amostras de solo a 10 cm de profundidade com acondicionamento em sacos plásticos (A) e secagem à sombra e ao ar (B).

3.7.1. Carbono e matéria orgânica

Para as determinações do carbono e matéria orgânica foram pesados 0,5 g de solo e colocado em erlenmeyer de 250 mL. Em seguida, foram adicionados 10 mL da solução de dicromato de potássio 0,4 N. Na boca do erlenmeyer foi inserido funil de vidro, funcionando como condensador. Posteriormente, o erlenmeyer foi levado à placa elétrica para o aquecimento em fervura branda, durante cinco minutos (Figura 9A). Depois de frio, foram adicionados 80 mL de água destilada, 2 mL de ácido ortofosfórico e 3 gotas do indicador difenilamina, sendo titulado com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1 N até que a cor preta cedesse lugar à cor verde (Figura 9B). O volume gasto na titulação foi anotado para posterior cálculo. Foi feita uma prova em branco com 10 mL da solução de dicromato de potássio 0,4 N (EMBRAPA, 1997).



A
B
Figura 9. Placa elétrica para aquecimento em fervura branda (A) e solução antes (cor preta) e após o processo de titulação (cor verde) (B).

No cálculo da quantidade de carbono orgânico existente na amostra foi realizada a seguinte expressão: $TFSA = 0,06 \times V (40 - V_a \times f)$ em $g\ Kg^{-1}$ (20)
em que:

TFSA = Terra Fina Seca ao Ar;

V = Volume de dicromato de potássio empregado (10 mL);

V_a = Volume de sulfato ferroso amoniacal que foi gasto na titulação da amostra;

f = 40/volume de sulfato ferroso amoniacal que foi gasto na titulação do branco;

0,06 = Fator de correção, decorrente das alíquotas tomadas.

Os valores da matéria orgânica contida na amostra foram calculados por meio da expressão: $MO = C \times 1,724$ em $g\ Kg^{-1}$ (21)

em que:

MO = Matéria orgânica do solo;

C = Carbono orgânico;

1,724 = Fator utilizado por se admitir que na composição média do húmus, o carbono participa com 58%.

3.7.2. Conteúdo de água do solo

As amostras de solo foram acondicionadas em latas de alumínio com peso conhecido e identificadas (Figuras 10A e 10B), tendo sido pesadas (Figura 10C) e levadas à estufa retilínea, a uma temperatura de 105 °C até atingir peso constante, durante um período de 24 horas (Tedesco et al., 1995) (Figura 10D). Em seguida, foram transferidas para um dessecador até atingirem a temperatura ambiente e, novamente, foram pesadas e determinada a percentagem de água existente.

O conteúdo de água do solo foi determinado de acordo com a equação:

$$U\% = \frac{P_u - P_s}{P_s} \times 100\% \quad (22)$$

em que:

U = Conteúdo de água do solo;

P_u = Peso do solo úmido;

P_s = Peso do solo seco.



Figura 10. Coleta de amostras de solo na profundidade de 0-10 cm (A), acondicionamento em latas de alumínio (B), pesagem das latas (C) e secagem em estufa a 105 °C durante 24 horas (D).

3.8. Monitoramento dos elementos meteorológicos

Foi feito o monitoramento dos elementos meteorológicos: irradiação solar global, temperatura do solo a 10 cm de profundidade (em virtude da maior concentração e atividade dos organismos edáficos ocorrerem nesta profundidade), temperatura do ar, umidade relativa e precipitação, os quais foram relacionados com as variáveis estudadas no experimento. Os dados foram obtidos mediante estação meteorológica automática instalada na área experimental. Também foram determinadas leituras de nebulosidade em décimos (N/10). Foram obtidos ainda, diariamente, dados meteorológicos da estação convencional, de acordo com os padrões sugeridos pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), correspondente aos horários local das 09:00, 15:00 e 21:00 h.

Para representação espacial da evolução de CO₂ do solo, C, MO e conteúdo de água do solo durante as estações seca e chuvosa, foi traçado um gráfico ombrotérmico em que para o eixo das abscissas foram considerados os meses e no eixo das ordenadas, a temperatura do ar e precipitação, de maneira que a escala fosse dupla para as abscissas. A divisão do período seco e chuvoso foi baseada no índice De Martonne (Dajoz, 1978).

3.9. Levantamento de variáveis ambientais e socioeconômicas de São João do Cariri - PB

Foram aplicados questionários aos proprietários rurais localizados em São João do Cariri - PB, com o intuito de se levantar informações que visassem caracterizar os aspectos: social, econômico e ambiental, além das técnicas de convivência com a seca. Com essas informações foi possível identificar algumas características importantes das comunidades rurais, inerentes à conservação do meio ambiente e dos riscos relacionados.

No sentido de garantir maior precisão dos dados optou-se por questões objetivas que reduzissem a resistência e intimidação dos declarantes e eliminassem a subjetividade na coleta de informações (Teles, 2005) (Tabela 1A).

O número de questionários aplicados foi baseado na metodologia de amostragem

de Rocha (1997) pela equação:
$$n = \frac{0,96 * N}{\{0,01 * (N - 1) + 0,96\}} \quad (23)$$

em que:

n = número de questionários aplicados;

N = número total de casas na unidade considerada.

A aplicação dos questionários foi feita seguindo a nomenclatura da Secretaria de Saúde do município, por meio do Programa de Agentes Comunitários de Saúde, tendo sido adotado a área de cobertura de cada um dos nove Agentes Comunitário de Saúde. Foram plotados as coordenadas geográficas (latitude e longitude) de cada propriedade rural onde foi aplicado o questionário utilizando GPS, para a confecção do mapa cartográfico.

3.10. Análise estatística

Os dados de macrofauna e mesofauna foram analisados pela estatística descritiva. Utilizou-se da geoestatística e da estatística tradicional para a análise dos dados de carbono, matéria orgânica e CO₂, os quais foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o experimento de cinética de CO₂, referentes às horas, foram avaliadas pela análise de regressão polinomial. Na realização da análise estatística foi empregado o Software SAEG 5.0 (SAEG, 1993).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Levantamento florístico e fitossociológico arbustivo-arbóreo

4.1.1 Curva do coletor

As espécies registradas em função do número de parcelas amostradas foram representadas na curva do coletor para as três áreas estudadas (Figura 11). A curva acumulativa de espécies adicionais, na ordem real das parcelas, permite que se avalie a suficiência amostral do levantamento florístico, e assim, podem-se fazer inferências se o número necessário de amostras estabelecidas foi adequado ou não para o conhecimento da população (Castro, 1987).

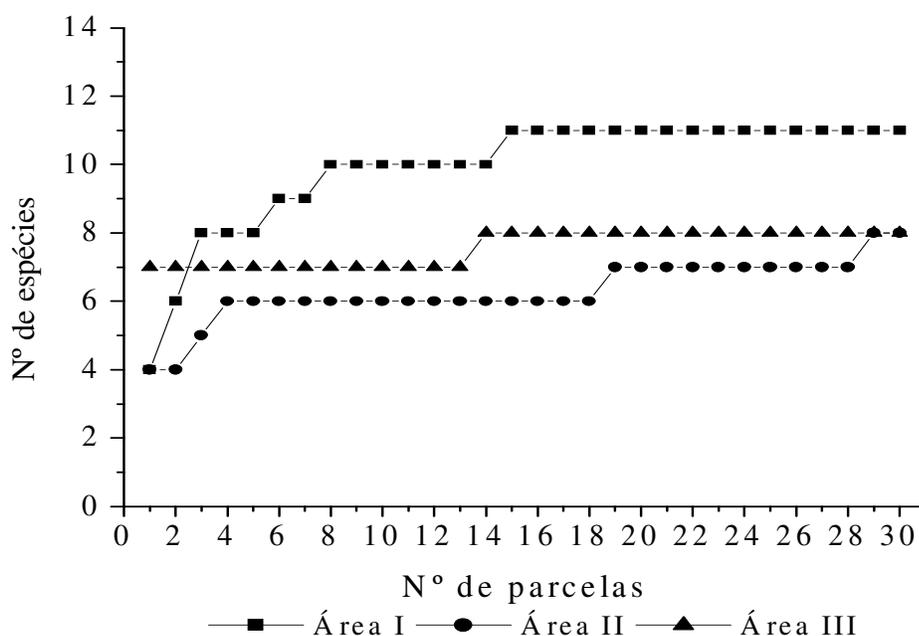


Figura 11. Curva do coletor para as áreas I, II e III com o número de espécies registradas em uma área acumulada de 9.000 m² (90 parcelas).

Na área I, observou-se que da primeira até a terceira parcela, o aparecimento de novas espécies foi progressivo, conforme visualizado na curva do coletor que teve crescimento ascendente, significando o surgimento de novas espécies a cada parcela amostrada. Entretanto, a partir da quarta e quinta parcelas a curva estabilizou-se, ocorrendo o aparecimento de nova espécie na sexta parcela (*Mimosa tenuiflora*) e oitava parcela

(*Combretum leprosum*) e a partir desta houve estabilização da curva, aparecendo apenas mais uma espécie na décima quinta parcela (*Commiphora leptophloeos*), permanecendo constante no restante da área amostrada.

Analisando a curva do coletor para a área II, constatou-se que o aparecimento de novas espécies foi progressivo até a quarta parcela, porém a curva estabilizou-se, voltando a aparecer uma nova espécie na décima nona parcela (*Cnidocolus phyllacanthus*) e na vigésima nona parcela (*Cereus jamacaru*).

Com relação à curva do coletor da área III, observa-se que a inclusão de espécies novas estabiliza a partir da segunda parcela, surgindo uma nova espécie apenas na décima quarta parcela (*Mimosa tenuiflora*), voltando novamente a estabilizar-se no restante da área amostrada (Figura 11). As espécies que aparecem no final da curva são consideradas raras em decorrência da baixa densidade na população amostrada (Santana e Souto, 2006), como é o caso de *Commiphora leptophloeos*, na área I e *Cereus jamacaru* na área II que aparece com apenas um indivíduo em todo o levantamento.

Santana e Souto (2006) também verificaram estabilização da curva, à medida que se aumentou o número de parcelas, em estudo realizado em área de caatinga, no Seridó do Rio Grande do Norte. Muller-Dumbois e Ellenberg (1974) citam que este comportamento da curva mostra já uma suficiência mínima na amostragem florística da comunidade. Assim, 15 parcelas (área I), 29 parcelas (área II) e 14 parcelas (área III) seriam suficientes para representar a composição florística das áreas estudadas ao nível de inclusão definido, e possivelmente, mesmo aumentando a área amostral nos três ambientes estudados, poderia não haver espécies inéditas.

Luna e Coutinho (2007) observaram comportamento semelhante da curva em São João do Cariri - PB, fato que demonstra baixa diversidade de espécie nesse município possivelmente limitada pelo pastejo, uma vez que o histórico de uso da vegetação era criação de caprino e ovino, aliado a alta variabilidade da precipitação e do balanço hídrico, característica marcante da região.

4.1.2. Diversidade florística

Com base no levantamento florístico do estrato arbustivo-arbóreo realizado em áreas contíguas de caatinga no Cariri paraibano, foram listados onze gêneros e quatorze espécies, distribuídos em nove famílias, observando-se que mesmo em áreas contíguas, houve variação de espécies entre os três ambientes, refletindo a variabilidade da área (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Luna e Coutinho (2007), que

verificaram oito famílias e dez espécies na região do Cariri Oriental paraibano e por Trovão et al. (2004a) em estudo realizado nos Cariris Velhos, incluindo os municípios de Queimadas, Caturité e Barra de Santana que constataram nove famílias e quatorze espécies.

Verificou-se que a área I foi a que apresentou maior destaque, uma vez que foram amostradas nove famílias e doze espécies botânicas, seguidas das áreas III e II (Tabela 1). Estes baixos valores são, provavelmente, reflexos das condições climáticas característica dessa região, pela grande irregularidade temporal das chuvas, agravada por altas taxas de evapotranspiração potencial anual. Há ainda as limitações de solos e os efeitos sistêmicos da pecuária, que historicamente ali vem sendo praticada (Andrade et al., 2005).

Tabela 1. Número de famílias, gêneros e espécies ocorrentes nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB

Determinações	Área I	Área II	Área III
Famílias	9	5	6
Gêneros	11	9	8
Espécies	12	9	8

Nas áreas estudadas, as famílias com um maior número de espécies no estrato arbustivo-arbóreo foram Cactaceae com quatro espécies e Euphorbiaceae, representada por três espécies. As demais famílias apresentaram apenas uma espécie (Figura 12). Assim, essas duas famílias representam um total de 50% das espécies registradas. Diversos autores têm citado Euphorbiaceae e Cactaceae, como famílias de grande representatividade em vários levantamentos realizados em áreas de caatinga (Luna e Coutinho, 2007; Ferreira et al., 2007).

O número de famílias e espécies observadas para as três áreas são próximos, sugerindo que as três áreas são semelhantes em termos de vegetação e classes de solo, bem como, em relação à pressão antrópica exercida sobre os ambientes, visto que em seu histórico de uso eram submetidas ao pastejo de caprinos e ovinos. Segundo Pereira et al. (2003) o número de espécies é influenciado pelo uso prévio da área, com forte redução quando o grau de antropização é elevado.

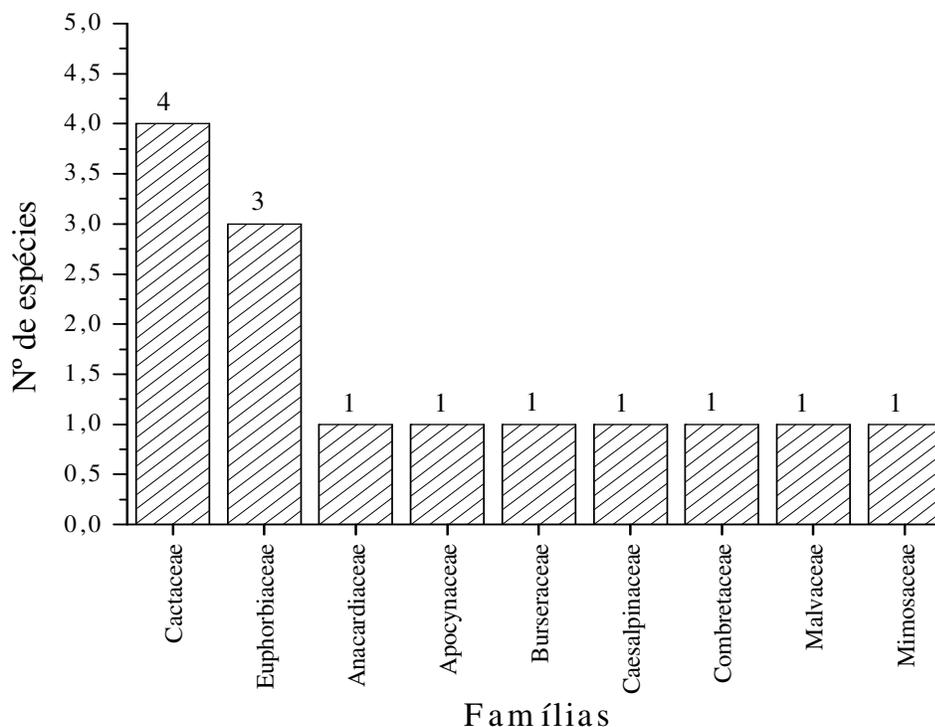


Figura 12. Número de espécies das famílias amostradas nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB.

Observou-se que a família Euphorbiaceae apresentou o maior número de indivíduos nos três ambientes estudados 1.094 indivíduos (área I), 643 indivíduos (área II) e 599 indivíduos (área III), totalizando 2.336 indivíduos, seguidas por Cactaceae, Caesalpinaceae e Apocynaceae (Tabela 2). Vale ressaltar que o maior número de plantas não significa que a área é mais conservada ou rica em termos de diversidade, uma vez que foi constatado um predomínio do número de arbustos em relação ao de árvores para todos os ambientes estudados, significando que nos três ambientes, sobretudo no ambiente II há a presença de clareiras que expõe os solos às intempéries, sobretudo a irradiação solar direta, acelerando a atividade microbiana e, conseqüentemente, aumentando as perdas de CO₂ para a atmosfera (Araujo, et al., 2005). A presença dos caprinos nessa área, possivelmente irá acelerar as falhas na vegetação.

Com relação à área I, no cômputo geral, cinco famílias detiveram 98,92% dos indivíduos amostrados, dentre elas: Euphorbiaceae (59%), Cactaceae (18,18%), Caesalpinaceae (11,22%), Apocynaceae (9,82%) e Malvaceae (0,7%). Verificou-se que na área II as cinco famílias que se destacaram totalizaram 100% dos indivíduos: Euphorbiaceae (64,3%), Caesalpinaceae (15,3%), Cactaceae (13,6%), Apocynaceae (5,7%)

e Malvaceae (1,1%). Na área III as famílias que detiveram 99,73% dos indivíduos amostrados, foram: Euphorbiaceae (54,80%), Malvaceae (13,45%), Caesalpinaceae (11,89%), Cactaceae (11,72%) e Apocynaceae (7,87%) (Tabela 2). O grande número de indivíduos de Malvaceae 147 (13,45%) verificados na área III é explicado pela fácil germinação de suas sementes e, conseqüentemente, no aparecimento de novos indivíduos com tendência de agrupamento.

Vale ressaltar que as famílias Euphorbiaceae, Caesalpinaceae e Mimosaceae são as mais representativas em número de espécies na maioria dos levantamentos realizados em área de caatinga instalada no cristalino, o que pode ser explicado pelo condicionante geral da semiaridez da região (Amorim et al., 2005). Lacerda et al. (2005) as definem como as famílias com maior riqueza de espécies no componente arbustivo-arbóreo da caatinga.

Tabela 2. Famílias e frequências de indivíduos encontrados nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB

Família	Área I		Área II		Área III		Área I+II+III	
	Nº de indivíduos	%						
Anacardiaceae	1	0,05	-	-	-	-	1	0,03
Apocynaceae	182	9,82	57	5,70	86	7,87	325	8,23
Burseraceae	1	0,05	-	-	-	-	1	0,03
Cactaceae	337	18,18	136	13,60	128	11,72	601	15,23
Caesalpinaceae	208	11,22	153	15,30	130	11,89	491	12,44
Combretaceae	4	0,22	-	-	-	-	4	0,10
Euphorbiaceae	1.094	59,00	643	64,30	599	54,80	2.336	59,18
Malvaceae	13	0,70	11	1,10	147	13,45	171	4,33
Mimosaceae	14	0,76	-	-	3	0,27	17	0,43
Total	1.854	100	1.000	100	1.093	100	3.947	100

As espécies mais frequentes na área I foram *Croton sonderianus* representando 54,05%, *Pilosocereus gounellei* com 13,05% e *Caesalpinia pyramidalis* com 11,22%. Na área II as espécies verificadas com maior frequência, foram *Croton sonderianus* apresentando 51,70%, seguidas de *Caesalpinia pyramidalis*, *Jatropha mollissima* e *Pilosocereus gounellei* com 15,30, 12,40 e 11,50%. Na área III as espécies que se destacaram foram o *Croton sonderianus*, seguido de *Sida* sp., *Jatropha mollissima* e *Caesalpinia pyramidalis*, representando 42,73, 13,45, 12,08 e 11,89% (Tabela 3).

Tabela 3. Relação das espécies encontradas e frequências de indivíduos nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB

Família/Espécie	Nome vulgar	Nº de indivíduos por ambiente							
		I		II		III		I+II+III	
		Nº de indivíduos	%	Nº de indivíduos	%	Nº de indivíduos	%	Nº de indivíduos	%
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda.	Umbuzeiro	1	0,05	-	-	-	-	1	0,03
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	Pereiro	182	9,82	57	5,7	86	7,87	325	8,23
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) Gillett.	Imburana	1	0,05	-	-	-	-	1	0,03
<i>Pilosocereus pachycladus</i> Ritter.	Faxeiro	1	0,05	-	-	-	-	1	0,03
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Mandacaru	-	-	1	0,1	-	-	1	0,03
<i>Opuntia palmadora</i> Br. et Rose.	Palmatória	94	5,07	20	2,0	52	4,76	166	4,20
<i>Pilosocereus gounellei</i> Byl et Rowl.	Xique-xique	242	13,05	115	11,5	76	6,95	433	10,96
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tull.	Catingueira	208	11,22	153	15,3	130	11,89	491	12,44
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	4	0,22	-	-	-	-	4	0,10
<i>Cnidoscolus phyllacanthus</i> Pax & K. Hoffm.	Faveleira	-	-	2	0,2	-	-	2	0,05
<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	Marmeleiro	1.002	54,05	517	51,7	467	42,73	1.986	50,30
<i>Jatropha mollissima</i> Müll. Arg.	Pinhão	92	4,96	124	12,4	132	12,08	348	8,81
<i>Sida</i> sp.	Malva	13	0,70	11	1,1	147	13,45	171	4,33
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poiret.	Jurema	14	0,76	-	-	3	0,27	17	0,43
Total		1.854	100	1.000	100	1.093	100	3.948	100

Maracajá et al. (2003) também encontraram um grande número de indivíduos de *Croton sonderianus* em relação a outras espécies em estudo realizado na região semiárida de Serra do Mel - RN e atribuíram à grande facilidade de rebrota dessa espécie. De modo semelhante, Andrade et al. (2005) em estudo realizado em São João do Cariri - PB, constataram que além do *Croton sonderianus*, outras espécies como *Caesalpinia pyramidalis*, *Aspidosperma pyriforme* e *Jatropha mollissima* detiveram 97% dos indivíduos amostrados. Sampaio e Silva (1996) mencionam que as três primeiras espécies destacam-se em relação ao número de indivíduos para maioria dos trabalhos realizados em área de caatinga, sendo adaptadas às características climáticas da região.

Observou-se ainda que as espécies *Spondias tuberosa*, *Commiphora leptophloeos*, *Combretum leprosum* e *Mimosa tenuiflora* foram encontradas apenas na área I. As espécies *Cereus jamacaru* e *Cnidoscolus phyllacanthus* foram encontradas somente na área II. Estas informações demonstram que os ambientes I e II já eram distintos do ambiente III, ressaltando a variação existente entre áreas contíguas nesta vegetação em particular (Tabela 4).

No que diz respeito à matriz de presença/ausência das espécies das áreas de estudo, observou-se que sete espécies (*Aspidosperma pyriforme*, *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Jatropha mollissima*, *Sida* sp., *Pilosocereus gounellei* e *Opuntia palmadora*), foram comuns as três áreas. As espécies citadas são comumente encontradas em áreas de caatinga, a exemplo de *Caesalpinia pyramidalis*, citada no topo da maioria dos levantamentos realizados nesse tipo de vegetação (Sampaio e Silva, 1996).

Observou-se ainda que o gênero *Pilosocereus* apresentou duas espécies, sendo os demais representados apenas por uma espécie. Estes dados apontam para uma tendência na vegetação estudada, a exemplo do que ocorre em outros levantamentos na caatinga, em apresentar baixa diversidade dentro dos táxons. Araújo et al. (1995) também reporta sobre a baixa diversidade dentro dos táxons em áreas de caatinga.

O hábito arbóreo apresentou oito espécies, sendo superior ao componente arbustivo que se apresentou com seis espécies. Na área I, foram encontradas seis espécies arbóreas e seis espécies arbustivas. Na área II, foram identificadas cinco espécies do estrato arbóreo e cinco do arbustivo e na área III duas espécies pertenciam ao estrato arbóreo e cinco ao estrato arbustivo (Tabela 4).

Os elementos arbóreos mais eminentes foram: *Caesalpinia pyramidalis* e *Aspidosperma pyriforme*. Os arbustos que mais se destacaram foram: *Croton sonderianus* e *Jatropha mollissima*, citados na maioria dos levantamentos realizados na vegetação caducifolia espinhosa e não espinhosa do Nordeste brasileiro (Pereira et al., 2002).

Dos parâmetros analisados pode se considerar que as áreas de estudo apresentam uma fisionomia arbóreo-arbustiva semelhante aos padrões encontrados nos levantamentos realizados em áreas de caatinga.

Tabela 4. Matriz presença/ausência, das espécies amostradas nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, (1 = presença; 0 = ausência)

Família/Espécie	Nome vulgar	Áreas			Porte
		I	II	III	
ANACARDIACEAE					
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda.	Umbuzeiro	1	0	0	Árvore
APOCYNACEAE					
<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	Pereiro	1	1	1	Árvore
BURSERACEAE					
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) Gillett.	Imburana	1	0	0	Árvore
CACTACEAE					
<i>Pilosocereus pachycladus</i> Ritter.	Faxeiro	1	1	0	Árvore
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Mandacaru	0	1	0	Árvore
<i>Opuntia palmadora</i> Br. et Rose.	Palmatória	1	1	1	Arbusto
<i>Pilosocereus gounellei</i> Byl et Rowl.	Xique-xique	1	1	1	Arbusto
CAESALPINACEAE					
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tull.	Catingueira	1	1	1	Árvore
COMBRETACEAE					
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	1	0	0	Arbusto
EUPHORBIACEAE					
<i>Cnidioscolus phyllacanthus</i> Pax & K. Hoffm.	Faveleira	0	1	0	Árvore
<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	Marmeleiro	1	1	1	Arbusto
<i>Jatropha mollissima</i> Müll. Arg.	Pinhão	1	1	1	Arbusto
MALVACEAE					
<i>Sida</i> sp.	Malva	1	1	1	Arbusto
MIMOSACEAE					
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poiret.	Jurema	1	0	0	Árvore

4.1.3. Índice de similaridade florística

A análise realizada com base no índice de similaridade florística indicou que para as três áreas, a similaridade foi considerada alta (Tabela 5). Para Mueller-Dombois e Ellemberg (1974) e Ramalho (2008), as áreas consideradas floristicamente similares são as que apresentam índice de Jaccard superior a 0,25.

Tabela 5. Índice de similaridade de Jaccard para as áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB

	Área II	Área III
Área I	0,75	0,67
Área II	-	0,89

De modo geral, o conjunto de fatores responsáveis pelos níveis de similaridade entre as áreas de caatinga analisadas podem ser provavelmente explicado pelo nível de antropização das áreas, visto que essas áreas eram utilizadas para pastagem nativa de caprinos e ovinos e pela proximidade geográfica das áreas.

4.2. Estrutura fitossociológica do estrato arbustivo-arbóreo em áreas contíguas de caatinga

4.2.1. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas

No levantamento fitossociológico do estrato arbustivo-arbóreo realizado nas três áreas de pastagem nativa contíguas foram registrados 3.947 indivíduos (Tabela 6), superior ao número de plantas encontrado por Amorim et al. (2005) em área de caatinga no Seridó - RN, que verificaram 3.247 plantas, com o mesmo critério de inclusão. Costa et al. (2002) também utilizando o mesmo critério de inclusão e na mesma região do Seridó - RN efetuaram um levantamento em 16 áreas de caatinga e constataram densidades em 6 áreas de 3.050 a 4.220 plantas ha⁻¹ e densidades inferiores em outros 10 locais de 360 a 2.290 plantas ha⁻¹, refletindo a alta variabilidade da vegetação dentro de uma mesma região.

A área I foi a que apresentou o maior número de indivíduos 1.854, seguido da área III onde foram inventariados 1.093 indivíduos e da área II com 1.000 indivíduos. Essa variação de número de plantas por área, não caracteriza mudanças pelo uso disciplinado do experimento à longo prazo e sim, pelo fato das áreas (tratamentos) serem diferentes mesmo antes do início do experimento, onde o uso dessas áreas fez a diferença.

Tabela 6. Número de parcela (NP), área total amostrada em hectare (ATA), Número de indivíduos encontrados (NIE) e Número de indivíduos por hectare (NIH) nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB

Áreas	NP	ATA (ha)	NIE	NIH
I	30	0,30	1.854	6.180
II	30	0,30	1.000	3.333
III	30	0,30	1.093	3.643

Verificou-se que o *Croton sonderianus*, foi à espécie que se sobressaiu em todas as áreas em relação às demais espécies com 1.002 ind. na área I, 517 ind. na área II e 467 ind. na área III. Para Carvalho et al. (2001), o *Croton sonderianus* é o principal arbusto colonizador das caatingas sucessionais do Nordeste do Brasil. Tendo sido a espécie que se

destacou com maior densidade relativa (DR) nas três áreas com 54,05% (área I), 51,70% (área II) e 42,73% (área III). Já as espécies que apresentaram menor DR na área I foram: *Commiphora leptophloeos*, *Pilosocereus pachycladus* e *Spondias tuberosa*, ambas com 0,05%. Na área II observou-se a espécie *Cereus jamacaru* (0,1%) e na área III a espécie *Mimosa tenuiflora* (0,27%), como representantes da menor DR (Tabela 7).

Com relação à frequência relativa observou-se o predomínio do *Croton sonderianus* nas três áreas, seguido de *Caesalpinia pyramidalis*. Na área I os valores foram 16,76% para ambas as espécies. Na área II *Croton sonderianus* (20,42%) e *Caesalpinia pyramidalis* (19,01%) e na área III observou-se 17,96% para a primeira espécie e 16,17% para a segunda (Tabela 7). Os dados confirmam a predominância de ambas as espécies na área estudada, já tendo sido verificadas por Andrade et al. (2005) como as que apresentaram a maior frequência relativa, embora adotando um critério mais excludente, isto é, $CAB \geq 10$ cm. As espécies menos frequente na área I foram *Commiphora leptophloeos*, *Pilosocereus pachycladus* e *Spondias tuberosa*, ambas com 0,56%. Na área II observou-se a espécie *Cereus jamacaru* e *Cnidoscolus phyllacanthus* (0,7%) e na área III a espécie *Mimosa tenuiflora* (1,2%) (Tabela 7). Vale ressaltar que embora a espécie *Cnidoscolus phyllacanthus* não tenha aparecido entre as mais frequentes, foi encontrada apenas na área II, que dos três ambientes é o mais alterado. Andrade et al. (2005) citam que o *Cnidoscolus phyllacanthus* embora seja uma espécie típica do semiárido e comum na região, tem uma preferência pelos sítios mais degradados.

Verificou-se que a área basal total dos indivíduos classificados no estrato arbustivo-arbóreo, com $CAB \geq 3$ cm é de $9,61 \text{ m}^{-2} \text{ ha}^{-1}$ (área I), $5,50 \text{ m}^{-2} \text{ ha}^{-1}$ (área II) e de $4,18 \text{ m}^{-2} \text{ ha}^{-1}$ (área III) (Tabela 7). Os valores são próximos ao que foi encontrado por Amorim et al. (2005) que verificaram $6,1 \text{ m}^{-2} \text{ ha}^{-1}$, em área de caatinga, adotando o mesmo critério de inclusão. Os resultados decorrem do fato da maioria dos indivíduos encontrados na área estudada, ter apresentado pequeno diâmetro, devido o baixo porte da vegetação.

Tabela 7. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB

		Área I										
Espécies		NIND	NPARC	AB m ²	FA (%)	FR (%)	DA NIND/ha	DR (%)	DoA m ² /ha	DoR (%)	IVI (%)	IVC (%)
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	Pereiro	182	28	1,43	93,33	15,64	606,67	9,82	4,77	14,87	13,44	12,34
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tull.	Catingueira	208	30	2,44	100,00	16,76	693,33	11,22	8,15	25,40	17,79	18,31
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	4	3	0,02	10,00	1,68	13,33	0,22	0,07	0,21	0,70	0,21
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) Gillett.	Imburana	1	1	0,02	3,33	0,56	3,33	0,05	0,05	0,15	0,26	0,10
<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	Marmeleiro	1.002	30	2,99	100,00	16,76	3340,00	54,05	9,97	31,09	33,96	42,57
<i>Jatropha mollissima</i> Müll. Arg.	Pinhão	92	27	0,45	90,00	15,08	306,67	4,96	1,51	4,72	8,25	4,84
<i>Sida</i> sp.	Malva	13	5	0,01	16,67	2,79	43,33	0,70	0,02	0,08	1,19	0,39
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema	14	9	0,03	30,00	5,03	46,67	0,76	0,11	0,35	2,05	0,55
<i>Opuntia palmadora</i> Br. et Rose.	Palmatória	94	18	0,65	60,00	10,06	313,33	5,07	2,18	6,79	7,31	5,93
<i>Pilosocereus gounellei</i> Byl et Rowl.	Xique-xique	242	26	1,41	86,67	14,53	806,67	13,05	4,70	14,66	14,08	13,85
<i>Pilosocereus pachycladus</i> Ritter.	Faxeiro	1	1	0,02	3,33	0,56	3,33	0,05	0,08	0,24	0,28	0,15
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda.	Umbuzeiro	1	1	0,14	3,33	0,56	3,33	0,05	0,46	1,44	0,68	0,75
Total		1.854	30	9,61	596,6	100	6.180	100	32,06	100	100	100
		Área II										
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	Pereiro	57	17	0,42	56,67	11,97	190,00	5,70	1,41	7,66	8,44	6,68
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tull.	Catingueira	153	27	2,35	90,00	19,01	510,00	15,30	7,86	42,79	25,70	29,05
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Mandacaru	1	1	0,03	3,33	0,70	3,33	0,10	0,08	0,45	0,42	0,28
<i>Cnidioscolus phyllacanthus</i> Pax & K. Hoffm.	Faveleira	2	1	0,00	3,33	0,70	6,67	0,20	0,01	0,05	0,32	0,12
<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	Marmeleiro	517	29	1,43	96,67	20,42	1723,33	51,70	4,76	25,89	32,67	38,80
<i>Jatropha mollissima</i> Müll. Arg.	Pinhão	124	26	0,34	86,67	18,31	413,33	12,40	1,13	6,13	12,28	9,27
<i>Sida</i> sp.	Malva	11	2	0,00	6,67	1,41	36,67	1,10	0,01	0,04	0,85	0,57
<i>Opuntia palmadora</i> Br. et Rose	Palmatória	20	14	0,12	46,67	9,86	66,67	2,00	0,40	2,20	4,69	2,10
<i>Pilosocereus gounellei</i> Byl et Rowl.	Xique-xique	115	25	0,81	83,33	17,61	383,33	11,50	2,72	14,78	14,63	13,14
Total		1.000	30	5,50	473,33	100	3.333,33	100	18,36	100	100	100
		Área III										
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	Pereiro	86	25	0,67	83,33	14,97	286,67	7,87	2,22	15,90	12,91	11,89
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tull.	Catingueira	130	27	1,50	90,00	16,17	433,33	11,89	5,01	35,88	21,31	23,89
<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	Marmeleiro	467	30	0,86	100,00	17,96	1556,67	42,73	2,88	20,60	27,10	31,66
<i>Jatropha mollissima</i> Müll.	Pinhão	132	26	0,43	86,67	15,57	440,00	12,08	1,43	10,27	12,64	11,17
<i>Sida</i> sp.	Malva	147	20	0,08	66,67	11,98	490,00	13,45	0,26	1,85	9,09	7,65
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poiret	Jurema	3	2	0,00	6,67	1,20	10,00	0,27	0,01	0,08	0,52	0,18
<i>Opuntia palmadora</i> Br. et Rose	Palmatória	52	18	0,20	60,00	10,78	173,33	4,76	0,68	4,83	6,79	4,80
<i>Pilosocereus gounellei</i> Byl et Rowl.	Xique-xique	76	19	0,44	63,33	11,38	253,33	6,95	1,48	10,58	9,64	8,77
Total		1.093	30	4,18	556,67	100	3.643,33	100	13,96	100	100	100

NIND = N° de indivíduos; **NPARC** = N° de parcelas de ocorrências; **AB** = Área basal; **FA** = Frequência absoluta; **FR** = Frequência relativa; **DA** = Densidade absoluta; **DR** = Densidade relativa; **DoA** = Dominância absoluta; **DoR** = Dominância relativa; **IVI** = Índice de valor de importância; **IVC** = Índice de valor de cobertura.

No que diz respeito à dominância relativa, as espécies com maior destaque na área I foram *Croton sonderianus* (31,09%), seguido da *Caesalpinia pyramidalis* (25,40%). Nas áreas II e III as espécies mais dominantes foram *Caesalpinia pyramidalis* (área II = 42,79%; área III = 35,88%) e *Croton sonderianus* (área II = 25,89%; área III = 20,6%) (Tabela 7). De acordo com Andrade et al. (2005) a maioria dessas espécies encontradas são utilizadas como forrageiras, bem como para a produção de lenha e madeira. Na realidade, poucas espécies da caatinga têm sido exploradas economicamente, embora tenha potencial para diferentes usos, havendo necessidade do manejo sustentável da caatinga, como forma de compatibilizar a sua exploração e manter a diversidade vegetal e biológica.

Observou-se que praticamente as mesmas espécies que se destacaram nos demais parâmetros também se sobressaíram quanto ao Índice de Valor de Importância (IVI), destacando-se *Croton sonderianus* (33,96%), *Caesalpinia pyramidalis* (17,79%), *Pilosocereus gounellei* (14,08%), *Aspidosperma pyriforme* (13,44%) e *Jatropha mollissima* (8,25%) que totalizaram 87,52% do IVI total. Essas espécies, com exceção de *Jatropha mollissima*, cujo valor foi inferior a de *Opuntia palmadora*, compuseram 93% do Índice de Valor de Cobertura (IVC) (Tabela 7). Na área II, as espécies de maior IVI foram às mesmas verificadas na área I, invertendo-se apenas a ordem de algumas delas: *Croton sonderianus* (32,67%), *Caesalpinia pyramidalis* (25,7%), *Pilosocereus gounellei* (14,63%), *Jatropha mollissima* (12,28%) e *Aspidosperma pyriforme* (8,44%), compuseram 93,72% do IVI. Essas mesmas espécies compuseram 96,94% do IVC. Na área III as espécies *Croton sonderianus* (27,1%), *Caesalpinia pyramidalis* (21,31%), *Aspidosperma pyriforme* (12,91%), *Jatropha mollissima* (12,64%) e *Pilosocereus gounellei* (9,64%) destacaram-se das demais para o conjunto dos parâmetros analisados, atingindo 83,6% do IVI total. As mesmas espécies somaram 87,38% do IVC (Tabela 7).

De acordo com Andrade et al. (2005), os baixos valores de IVI constatados para a maioria das espécies, refletem a predominância de indivíduos de pequeno porte, ou ainda a presença de poucos indivíduos para a maioria das espécies. Para Martins (1993) o número e o tamanho dos indivíduos são os fatores mais importantes. Nesse sentido, devem-se levar em consideração os valores de densidade relativa e área basal.

A maioria das espécies encontradas foi também constatada em outros levantamentos em área de caatinga. Assim, os dados confirmam a predominância destas espécies na vegetação estudada, já tendo sido verificadas por Andrade et al. (2005) em pesquisa realizada na mesma região.

O comportamento do *Croton sonderianus* nos três ambientes reflete, nitidamente, os efeitos das perturbações a que os mesmos foram submetidos durante o seu histórico de

uso da vegetação. Pereira et al. (2001) citam que este efeito manifesta-se tanto na concentração como na ausência de algumas espécies nos ambientes mais perturbados, na predominância de determinadas espécies ou no surgimento gradual de outras à medida que diminui a intensidade da perturbação. O *Croton sonderianus* pode ser considerado indicador do nível de perturbação antrópica, característica que se expressa pelo comportamento de suas populações nos ambientes avaliados, já que apresenta grande poder invasor, com tendência a formar pontos densos, dominando frequentemente pastos limpos ou áreas perturbadas (Hardesty et al., 1988).

4.2.2. Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H')

Para expressar a heterogeneidade florística da área foi utilizado o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'). De acordo com Ramalho (2008) o valor de H' é maior quanto maior for a diversidade florística da população estudada.

Observou-se que há uma semelhança da riqueza de espécies nas áreas, já que os valores foram de 1,47 (área I), de 1,45 (área II) e de 1,69 (área III). Os valores estão baixos quando comparados aos verificados no levantamento realizado em áreas de caatinga no estado do Rio Grande do Norte por Amorim et al. (2005) (1,86 e 1,94) com o mesmo critério de inclusão, demonstrando que a riqueza de espécies entre as regiões são diferentes.

4.2.3. Índice de Agregação ou Índice de MacGuinnes (IGA)

A análise do padrão de distribuição espacial dos indivíduos das espécies foi feita por meio da estimativa de índices de agregação ou índice de MacGuinnes (IGA), que se refere à distribuição espacial de uma espécie.

Observou-se que as cinco espécies que apresentaram maior nível de agregação para a área I foram: *Pilosocereus gounellei*, *Opuntia palmadora*, *Sida* sp. e *Aspidosperma pyrifolium*, com $IGA_i > 2$, tendo sido classificadas como agregada. Os maiores valores de agregação verificados na área II foram: *Sida* sp., *Croton sonderianus*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Pilosocereus gounellei* e *Jatropha mollissima* com $IGA_i > 2$. Na área III *Sida* sp., *Pilosocereus gounellei* e *Jatropha mollissima*, apresentaram $IGA_i > 2$: distribuição agregada e *Opuntia palmadora* e *Caesalpinia pyramidalis* apresentaram $1 < IGA_i \leq 2$, ou seja, tendência a agrupamento (Tabela 8).

Tabela 8. Classificação do padrão de distribuição das espécies, segundo o Índice de MacGuinnes (IGA) para as áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB

Nome Científico	Área I		Área II		Área III	
	IGA	Classif. IGA	IGA	Classif. IGA	IGA	Classif. IGA
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	2,24	Agregada	2,27	Agregada	1,60	Tend. Agrup.
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tull.	*	Uniforme	2,21	Agregada	1,88	Tend. Agrup.
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	-	-	0,98	Uniforme*	-	-
<i>Cnidoscolus phyllacanthus</i> Pax & K. Hoffm.	-	-	1,97	Tend. Agrup.*	-	-
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	1,27	Tend. Agrup.	-	-	-	-
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) Gillett	0,98	Uniforme*	-	-	-	-
<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	*	Uniforme	5,07	Agregada	*	Uniforme
<i>Jatropha mollissima</i> Müll. Arg.	1,33	Tend. Agrup.	2,05	Agregada	2,18	Agregada
<i>Sida</i> sp.	2,38	Agregada	5,31	Agregada	4,46	Agregada
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd) Poir	1,31	Tend. Agrup.	-	-	1,45	Tend. Agrup.
<i>Opuntia palmadora</i> Br. et Rose	3,42	Agregada	1,06	Tend. Agrup.	1,89	Tend. Agrup.
<i>Pilosocereus gounellei</i> Byl et Rowl.	4,0	Agregada	2,14	Agregada	2,52	Agregada
<i>Pilosocereus pachycladus</i> Ritter	0,98	Uniforme*	-	-	-	-
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	0,98	Uniforme*	-	-	-	-

Classif. IGA = Classificação do padrão de distribuição das espécies, segundo IGA.

4.2.4. Classes de altura das espécies amostradas

O porte da maioria das plantas encontrou-se na classe de $1 \leq h < 2$ para a área I. Os indivíduos mais altos foram encontrados nas classes $4 \leq h < 5$ (1 ind.), $5 \leq h < 6$ (1 ind.) e $6 \leq h < 7$ (2 ind.). Semelhante a área I observou-se que o porte predominante da maioria das espécies na área II encontrou-se na classe $1 \leq h < 2$. Apenas um indivíduo foi encontrado na classe $6 \leq h < 7$, não ocorrendo indivíduos nas demais classes. Na área III o porte da maioria das plantas também ficou inserido na classe $1 \leq h < 2$, enquanto os indivíduos mais altos encontravam-se na classe $4 \leq h < 5$ (Figura 13).

Os valores são próximos aos verificados por Amorim et al. (2005) que constataram apenas duas plantas com mais de 8 m de altura, em estudo realizado em área de caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte. De acordo com Queiroz et al. (2006) esse fato pode ser acrescido à capacidade de renovação do componente arbustivo-arbóreo a cada ano, devido principalmente, ao banco de sementes presente no solo, como também, à explosiva expansão vegetativa, característica das espécies arbustivas, durante o período de chuva.

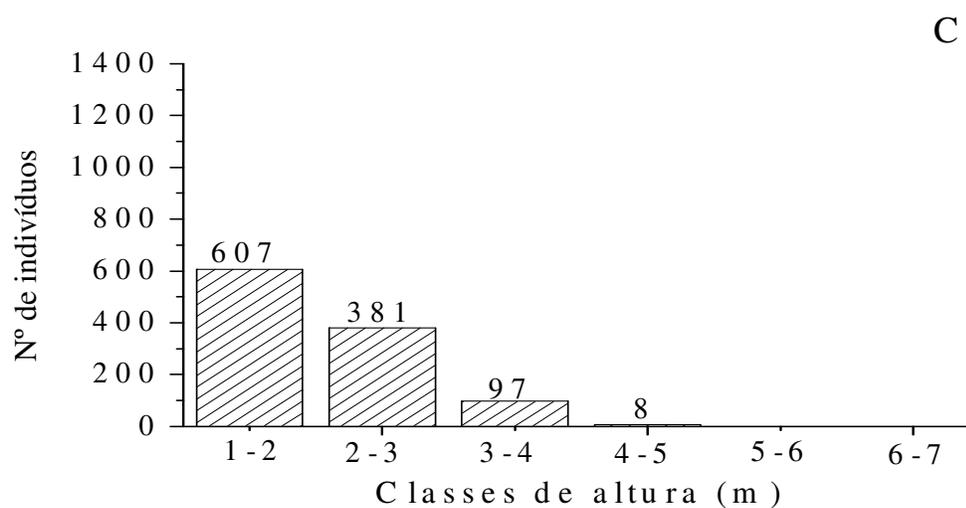
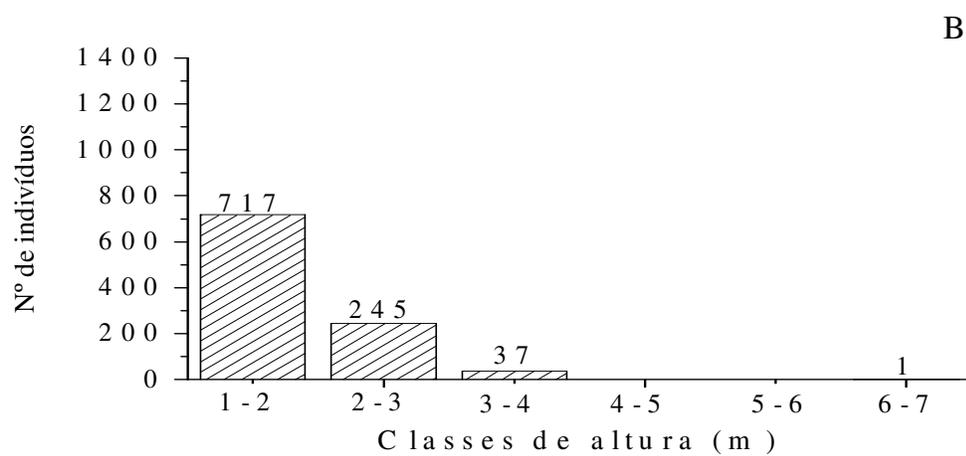
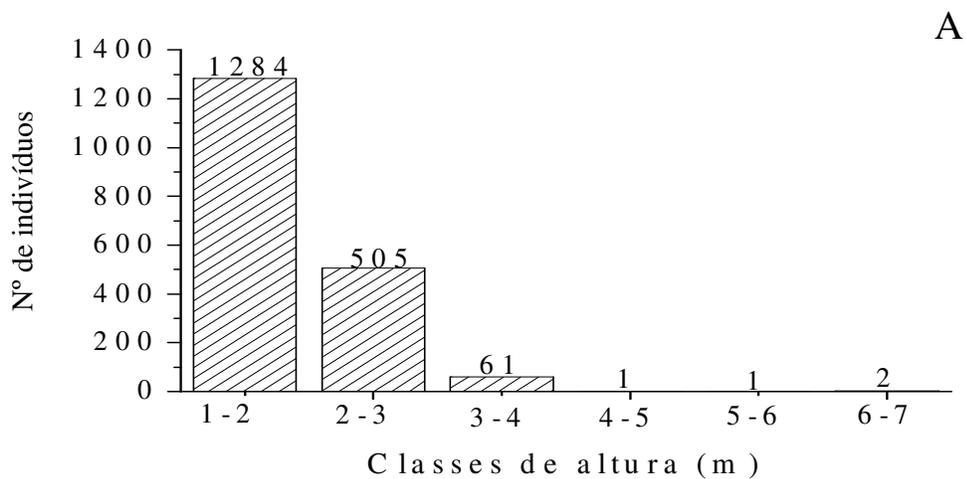


Figura 13. Distribuição em classes de altura das espécies amostradas nas áreas I (A), II (B) e III (C), em São João do Cariri - PB.

4.2.5. Classes de diâmetro de caule das espécies amostradas

Com relação às classes de diâmetro das espécies amostradas, observou-se que houve redução no número de indivíduos, das menores para as maiores classes diamétricas (Figura 14). Para Lopes et al. (2002) estas características indicam que a fisionomia florestal encontra-se em pleno desenvolvimento em direção a estágios mais avançados, uma vez que existe um contingente de indivíduos jovens que irão suceder aqueles que já se encontram senis ou em decrepitude.

Assim, verifica-se que a fisionomia vegetal das áreas é composta por indivíduos jovens, em pleno desenvolvimento em direção a estágios mais avançados. Este formato já foi constatado em outro estudo na área de caatinga, onde o maior número de indivíduos encontrava-se em classes diamétricas menores (Araújo, 2007).

Observou-se nas áreas estudadas que a curva de distribuição diamétrica apresentou-se no formato de “J invertido” ou exponencial. Isto foi atribuído a predominância da espécie *Croton sonderianus* cujos valores de altura e diâmetro para os três ambientes encontrou-se nas menores classes.

Nas três áreas amostradas, encontraram-se poucos indivíduos de diâmetros grandes. Na área I somente 29 plantas encontrou-se na classe $20 \leq h < 24$ e 22 plantas na classe $24 \leq h < 42$. Na área II constatou-se somente 14 plantas na classe de $20 \leq h < 24$ e 19 plantas na classe de $24 \leq h < 42$. Na área III observaram-se apenas cinco plantas na classe $20 \leq h < 24$ e 13 plantas na classe de $24 \leq h < 42$.

Amorim et al. (2005) constataram diâmetros médios de 4,0 cm e altura de 3,4 m, em estudo realizado em área de caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte, com o mesmo critério de inclusão adotado neste trabalho.

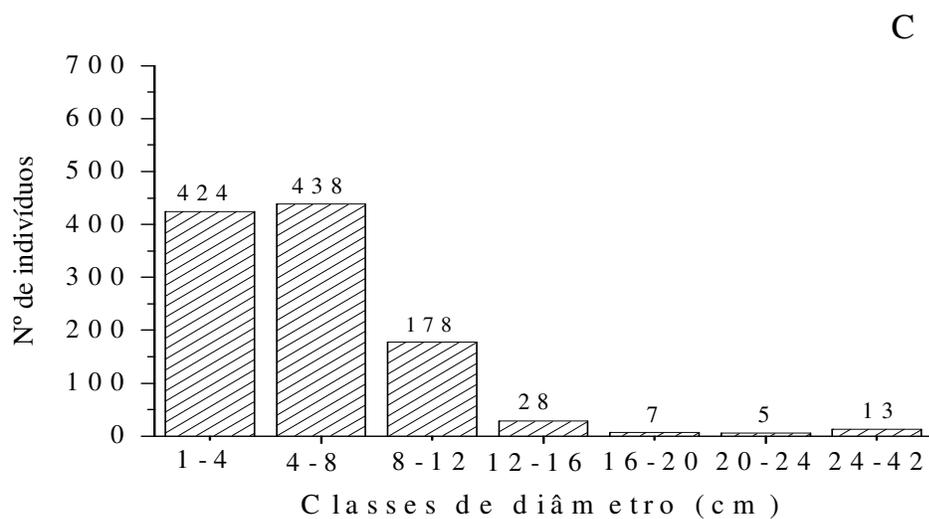
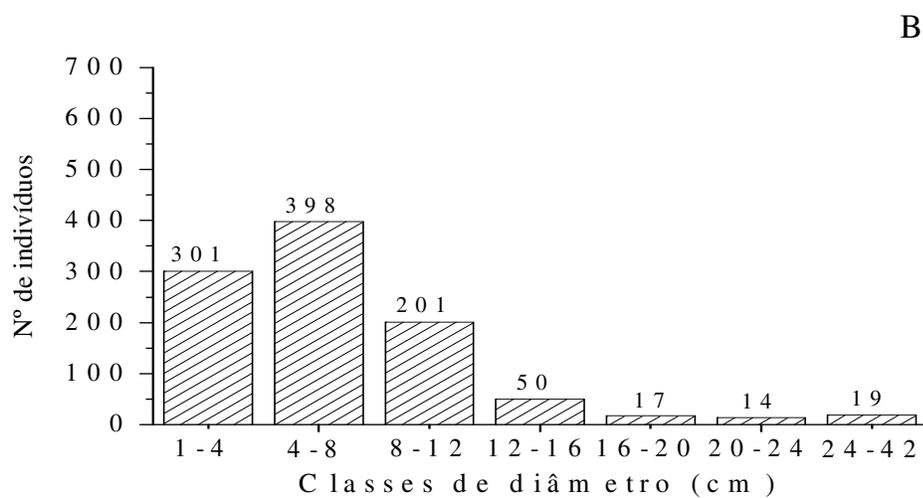
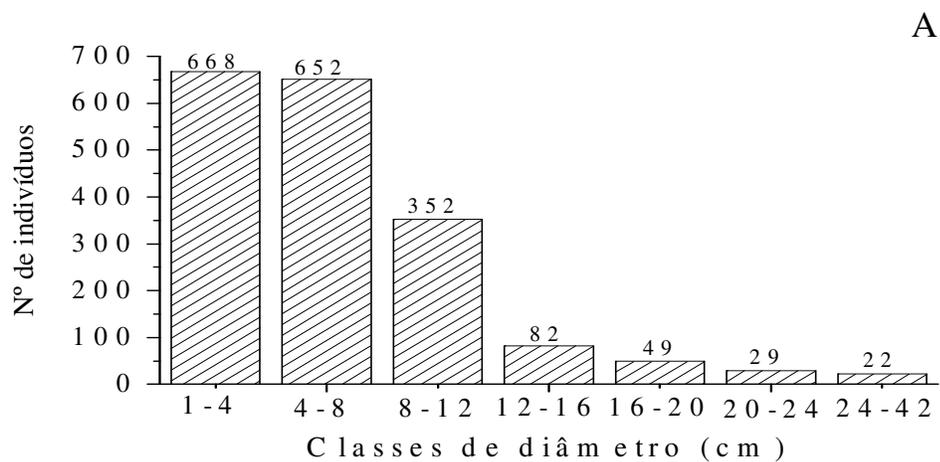


Figura 14. Distribuição em classes de diâmetro das espécies amostradas nas áreas I (A), II (B) e III (C), em São João do Cariri - PB.

4.3. Levantamento dos grupos taxonômicos da fauna edáfica (macro e mesofauna)

4.3.1. Macrofauna edáfica

A análise da abundância e composição dos indivíduos da macrofauna invertebrada do solo mostrou variações ao longo do experimento. Nos 90 pontos de determinação, foram coletados 24.312 indivíduos, distribuídos em 26 ordens ou grupos taxonômicos (Tabela 9). A riqueza em relação ao número de grupos encontrados foi superior a verificada por Rodrigues et al. (2007), que constataram dez grupos taxonômicos, em estudo realizado em área de caatinga, no semiárido da Paraíba e por Nunes et al. (2007) na caatinga do semiárido cearense, com 16 grupos taxonômicos.

Destaca-se alta dominância dos grupos Hymenoptera (60,51%), Diptera (11,8%), Acarina (7,1%) e Coleoptera (6,11%) (Tabela 9). Nunes et al. (2008) também constataram boas proporções desses grupos acrescidos do grupo Orthoptera e afirmam, que os indivíduos destas ordens constituem-se nos mais importantes bioindicadores da fauna do solo. Os grupos mais raros foram Diplopoda e Odonata com (0,01%), Thysanoptera (0,01%) e Symphyla (0,004%).

Tabela 9. Relação dos grupos encontrados e frequências de indivíduos nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB

Grupo Faunístico	Nome vulgar	Nº de indivíduos por ambiente							
		I		II		III		I+II+III	
		Nº de indivíduos	%	Nº de indivíduos	%	Nº de indivíduos	%	Nº de indivíduos	%
Hymenoptera	Formiga, Abelha, Vespa	5.126	60,71	5.861	64,62	3.724	54,78	14711	60,51
Diptera	Mosquito	1.072	12,70	1.043	11,50	754	11,09	2869	11,80
Coleoptera	Besouro, Broca	562	6,66	383	4,22	541	7,96	1486	6,11
Acarina	Ácaro	372	4,41	630	6,95	725	10,66	1727	7,10
Araneae	Aranha	273	3,23	243	2,68	319	4,69	835	3,43
Orthoptera	Gafanhoto, Grilo, Mané-mago	154	1,82	279	3,08	279	4,10	712	2,93
Thysanura	Traça de livros	75	0,89	99	1,09	124	1,82	298	1,23
L. de diptera	L. de mosquito	365	4,32	162	1,79	66	0,97	593	2,44
Outras larvas	Outras larvas	238	2,82	173	1,91	77	1,13	488	2,01
Isoptera	Cupim	41	0,49	36	0,40	15	0,22	92	0,38
L. de coleoptera	L. de besouro, L. de Broca	38	0,45	18	0,20	19	0,28	75	0,31
Embioptera	Embioptera	32	0,38	22	0,24	18	0,26	72	0,30
Lepidoptera	Borboleta, Mariposa	29	0,34	42	0,46	41	0,60	112	0,46
L. de lepidoptera	L. de borboleta	22	0,26	30	0,33	56	0,82	108	0,44
Pseudoscorpiones	Pseudoescorpião	21	0,25	31	0,34	24	0,35	76	0,31
Chilopoda	Centopéia, Lacraia	4	0,05	3	0,03	1	0,01	8	0,03
Blattodea	Barata	4	0,05	1	0,01	3	0,04	8	0,03
Mantoptera	Louva-a-deus	3	0,04	3	0,03	-	-	6	0,02
Trichoptera	Tricóptero	3	0,04	-	-	1	0,01	4	0,02
Scorpiones	Escorpião	2	0,02	3	0,03	6	0,09	11	0,05
Diplopoda	Embuá, Piolho-de-cobra	2	0,02	1	0,01	-	-	3	0,01
Odonata	Libélula	2	0,02	1	0,01	-	-	3	0,01
L de neuroptera	Larva de formiga-leão	2	0,02	2	0,02	1	0,01	5	0,02
Hemiptera	Percevejo, Barbeiro	1	0,01	2	0,02	4	0,06	7	0,03
Thysanoptera	Tripes	1	0,01	1	0,01	-	-	2	0,01
Symphyla	-	-	-	1	0,01	-	-	1	0,004
Total		8.444	100	9.070	100	6.798	100	24.312	100

Verificou-se que os indivíduos mais abundantes no tratamento I em ordem decrescente foram: Hymenoptera (5.126 ind.), Diptera (1.072 ind.), Coleoptera (562 ind.), e Acarina (372 ind.), que apareceram em todos os pontos avaliados. No tratamento II os organismos que se destacaram foram: Hymenoptera (5.861 ind.), Diptera (1.043 ind.), Acarina (630 ind.) e Coleoptera (383 ind.). Com exceção de Diptera, encontrado em 29 dos 30 pontos amostrados, os demais grupos apareceram em todos os pontos de determinação. No tratamento III os grupos que se destacaram foram: Hymenoptera (3.724 ind.), Diptera (754 ind.), Acarina (725 ind.) e Coleoptera (541 ind.). O grupo Diptera apareceu em 29 pontos amostrados, enquanto que os demais surgiram em todos os pontos considerados (Tabela 10).

Com relação à Frequência Absoluta (FA) e Frequência Relativa (FR) observou-se que os valores mais expressivos na área I corresponderam aos grupos Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Acarina e Araneae com (FA = 100%; FR = 8,8%). Já para a área II os grupos que se sobressaíram foram: Hymenoptera, Coleoptera, Acarina, Araneae e Orthoptera com (FA = 100%; FR = 9,01%). Na área III destacaram-se os grupos Hymenoptera, Coleoptera, Acarina, Araneae e Thysanura (FA = 100%; FR = 9,01%) (Tabela 10).

Houve grupos que tiveram ocorrência esporádica, com apenas um indivíduo por área como foi o caso de Hemiptera e Thysanoptera (FA = 3,33%; FR = 0,29%) na área I, Blattodea, Diplopoda, Odonata, Thysanoptera e Symphyla (FA = 3,33%; FR = 0,30%) na área II e Chilopoda, Trichoptera, Larva de Neuroptera (FA = 3,33%; FR = 0,30%) na área III. No entanto, Souto (2006) menciona que os grupos faunísticos que aparecem em menor número, provavelmente estão restritos a ambientes mais favoráveis, mas, apesar disso, são de grande importância no processo de decomposição da matéria orgânica.

Tabela 10. Frequência absoluta e relativa dos grupos da macrofauna edáfica amostradas nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB

Grupo Faunístico	Área I				Área II				Área III			
	NIND	NPARC	FA	FR	NIND	NPARC	FA	FR	NIND	NPARC	FA	FR
Hymenoptera	5.126	30	100,00	8,80	5.861	30	100,00	9,01	3.724	30	100,00	9,01
Diptera	1.072	30	100,00	8,80	1.043	29	96,67	8,71	754	29	96,67	8,71
Coleoptera	562	30	100,00	8,80	383	30	100,00	9,01	541	30	100,00	9,01
Acarina	372	30	100,00	8,80	630	30	100,00	9,01	725	30	100,00	9,01
Araneae	273	30	100,00	8,80	243	30	100,00	9,01	319	30	100,00	9,01
Orthoptera	154	27	90,00	7,92	279	30	100,00	9,01	279	27	90,00	8,11
Thysanura	75	28	93,33	8,21	99	28	93,33	8,41	124	30	100,00	9,01
L. de diptera	365	12	40,00	3,52	162	7	23,33	2,10	66	11	36,67	3,30
Outras larvas	238	19	63,33	5,57	173	22	73,33	6,61	77	14	46,67	4,20
Isoptera	41	12	40,00	3,52	36	7	23,33	2,10	15	7	23,33	2,10
L. de coleoptera	38	18	60,00	5,28	18	11	36,67	3,30	19	11	36,67	3,30
Embioptera	32	15	50,00	4,40	22	14	46,67	4,20	18	12	40,00	3,60
Lepidoptera	29	16	53,33	4,69	42	20	66,67	6,01	41	17	56,67	5,11
L. de lepidoptera	22	8	26,67	2,35	30	8	26,67	2,40	56	22	73,33	6,61
Pseudoscorpiones	21	14	46,67	4,11	31	19	63,33	5,71	24	17	56,67	5,11
Chilopoda	4	3	10,00	0,88	3	3	10,00	0,90	1	1	3,33	0,30
Blattodea	4	4	13,33	1,17	1	1	3,33	0,30	3	3	10,00	0,90
Mantoptera	3	3	10,00	0,88	3	3	10,00	0,90	-	-	-	-
Trichoptera	3	2	6,67	0,59	-	-	-	-	1	1	3,33	0,3
Scorpiones	2	2	6,67	0,59	3	3	10,00	0,90	6	6	20,00	1,8
Diplopoda	2	2	6,67	0,59	1	1	3,33	0,30	-	-	-	-
Odonata	2	2	6,67	0,59	1	1	3,33	0,30	-	-	-	-
L de neuroptera	2	2	6,67	0,59	2	2	6,67	0,60	1	1	3,33	0,3
Hemiptera	1	1	3,33	0,29	2	2	6,67	0,60	4	4	13,33	1,2
Thysanoptera	1	1	3,33	0,29	1	1	3,33	0,30	-	-	-	-
Symphyla	-	-	-	-	1	1	3,33	0,30	-	-	-	-
Total	8.444	30	1.136,67	100	9.070	30	1.109,99	100	6.798	30	1.110	100

Sendo: **NIND** = N° de indivíduos; **NPARC** = N° de parcelas de ocorrências; **FA** = Frequência absoluta; **FR** = Frequência relativa.

No que diz respeito à riqueza (número de grupos taxonômicos) verificados na área I, observou-se que as maiores ocorrências foram: Hymenoptera > Diptera > Coleoptera > Acarina > Larva de diptera > Araneae > Outras larvas > Orthoptera, que juntos constituíram 96,67%. Os demais grupos encontrados apresentaram percentuais abaixo de 1% (Figura 15).

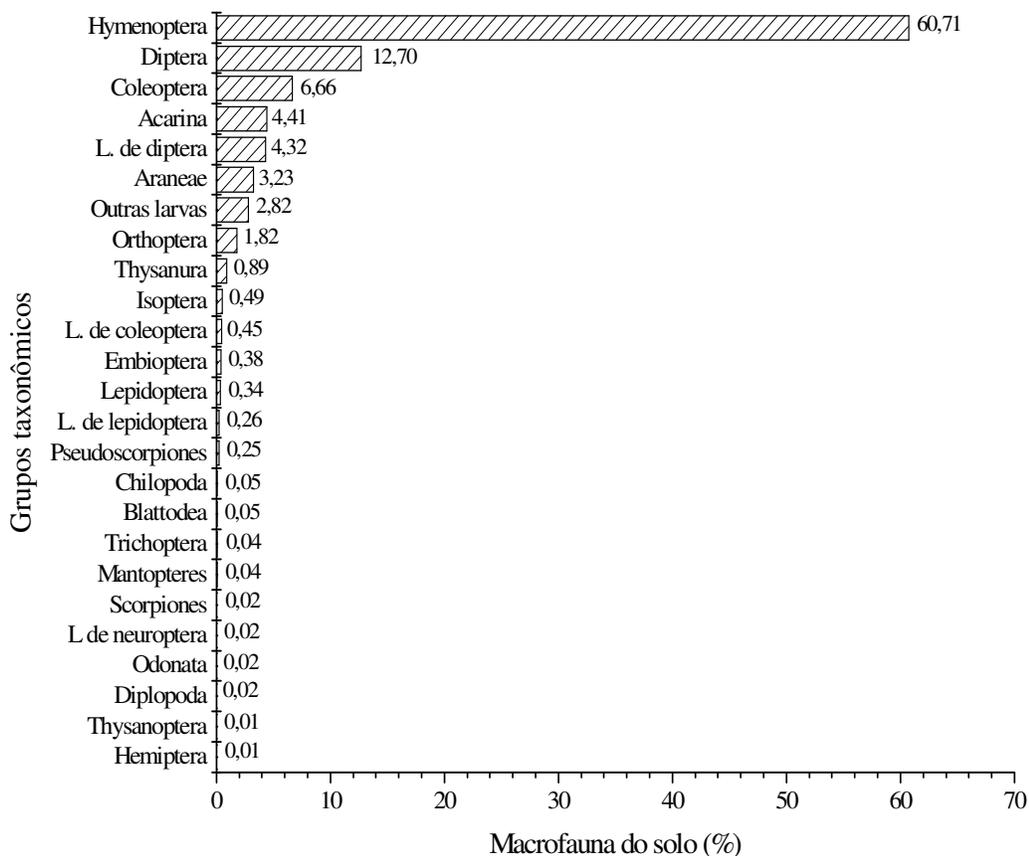


Figura 15. Distribuição dos grupos taxonômicos da macrofauna do solo, verificados na área I, em São João do Cariri - PB.

Na área II os grupos taxonômicos que tiveram o maior predomínio em ordem decrescente foram: Hymenoptera > Diptera > Acarina > Coleoptera > Orthoptera > Araneae > Outras larvas > Larva de diptera > Thysanura, que juntos constituíram 97,84%. Os grupos restantes obtiveram percentuais inferiores a 1% (Figura 16).

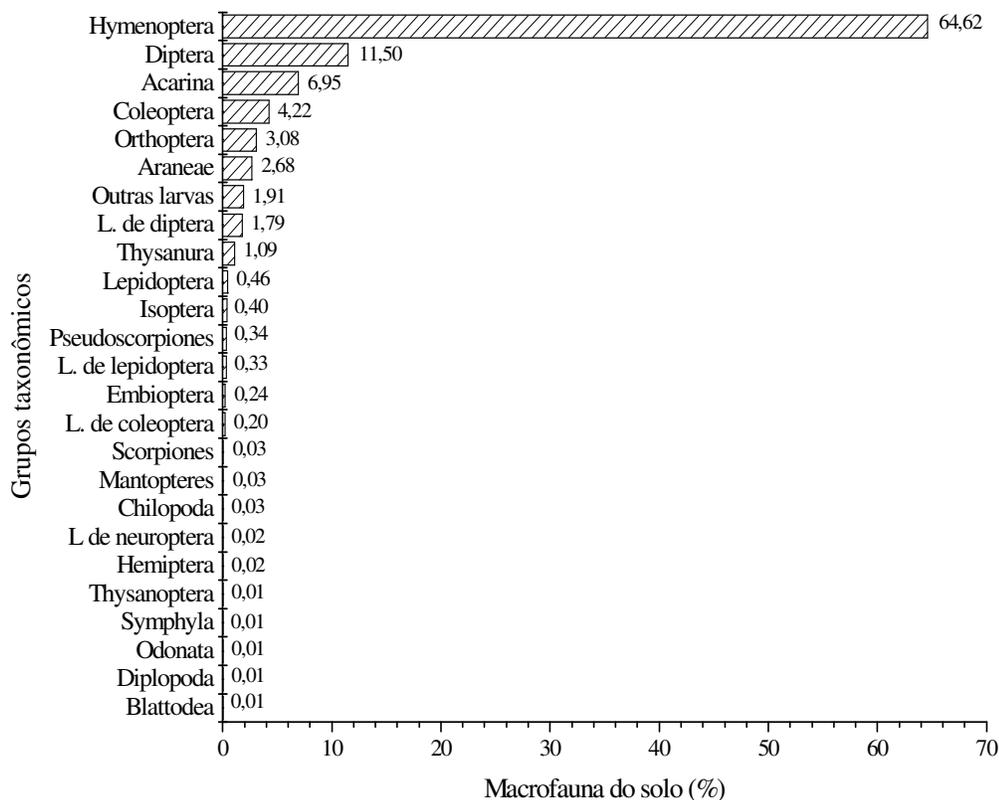


Figura 16. Distribuição dos grupos taxonômicos da macrofauna do solo, verificados na área II, em São João do Cariri - PB.

Na área III a sequência dos grupos taxonômicos foi à seguinte: Hymenoptera > Diptera > Acarina > Coleoptera > Araneae > Orthoptera > Thysanura > Outras larvas, que juntos constituíram 96,23%. Os outros grupos apresentaram percentuais inferiores a 1% (Figura 17).

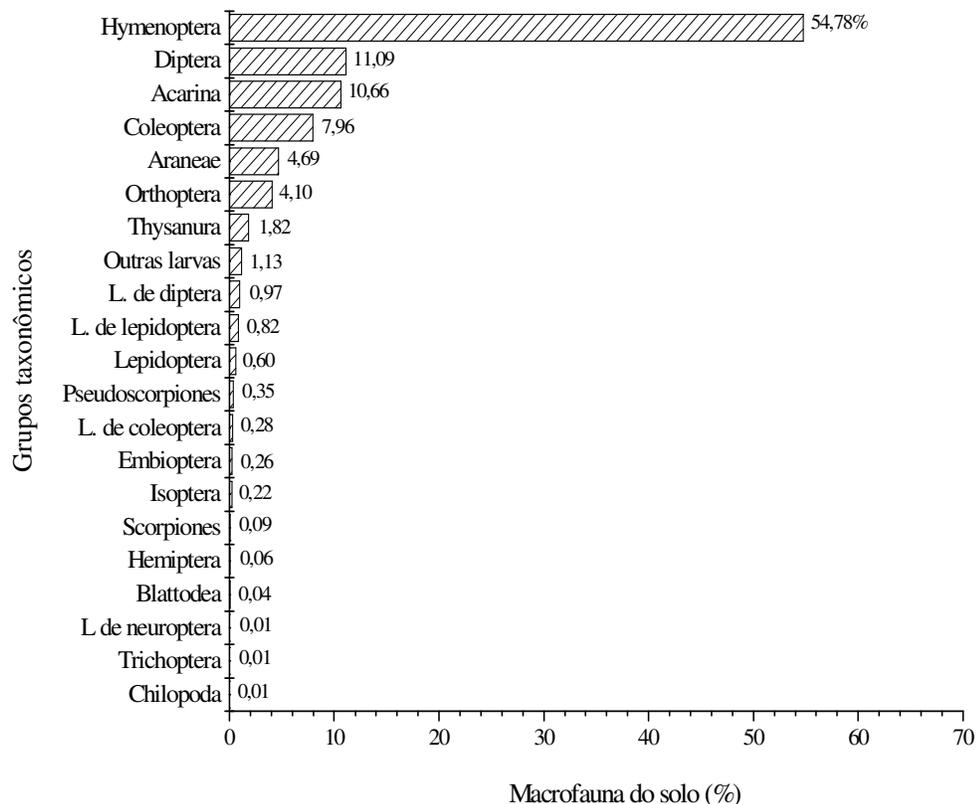


Figura 17. Distribuição dos grupos taxonômicos da macrofauna do solo, verificados na área III, em São João do Cariri - PB.

Nas três áreas estudadas o grupo Hymenoptera apresentou maior ocorrência. Dados semelhantes foram encontrados por Souto (2006) e Rodrigues et al. (2007) em estudo realizado em caatinga. Esses insetos se caracterizam por serem sociais e possuírem grande resistência às variações microclimáticas, o que pode explicar a ocorrência mais constante (Toledo, 2003), sendo em geral, abundante e considerado importante nos processos de decomposição em ecossistemas tropicais. Ademais, ocupam nichos diversificados no ecossistema e atuam como dispersores de sementes de espécies de plantas da caatinga (Leal, 2004), compreendem um terço do total da biomassa de insetos das florestas brasileiras, sendo importantes na ciclagem de nutrientes e regeneração florestal, facilidade de coleta e identificação, podendo ser utilizados como bioindicadores de qualidade ambiental (Nunes et al., 2008).

Foi observado que houve uma alta variabilidade dos organismos da macrofauna durante o período experimental para as três áreas, com redução de alguns grupos nos meses

secos (janeiro, fevereiro, outubro, novembro e dezembro) e picos de aparecimento no período chuvoso e com maior conteúdo de água do solo (Figuras 18A e 18B).

Esse comportamento variável dos organismos entre os meses avaliados dificulta a avaliação das populações em uma única amostragem. Esta variabilidade deve-se, principalmente, aos diferentes tamanhos, hábitos e modo de locomoção dos animais, dificultando o estudo destes organismos que vivem no solo, especialmente quando mais de um grupo de indivíduos em ambientes diferenciados é analisado (Rodrigues et al., 2007).

Foi ainda constatada uma queda brusca no número de organismos edáficos logo após a chuva torrencial, ocorrente no mês de março (266,4 mm) e abril (269,8 mm), diminuindo a abundância para este último mês (Figuras 18A e 18B). Souto (2006) também constatou redução do número de indivíduos quando os acréscimos de precipitação mensal foram bem expressivos.

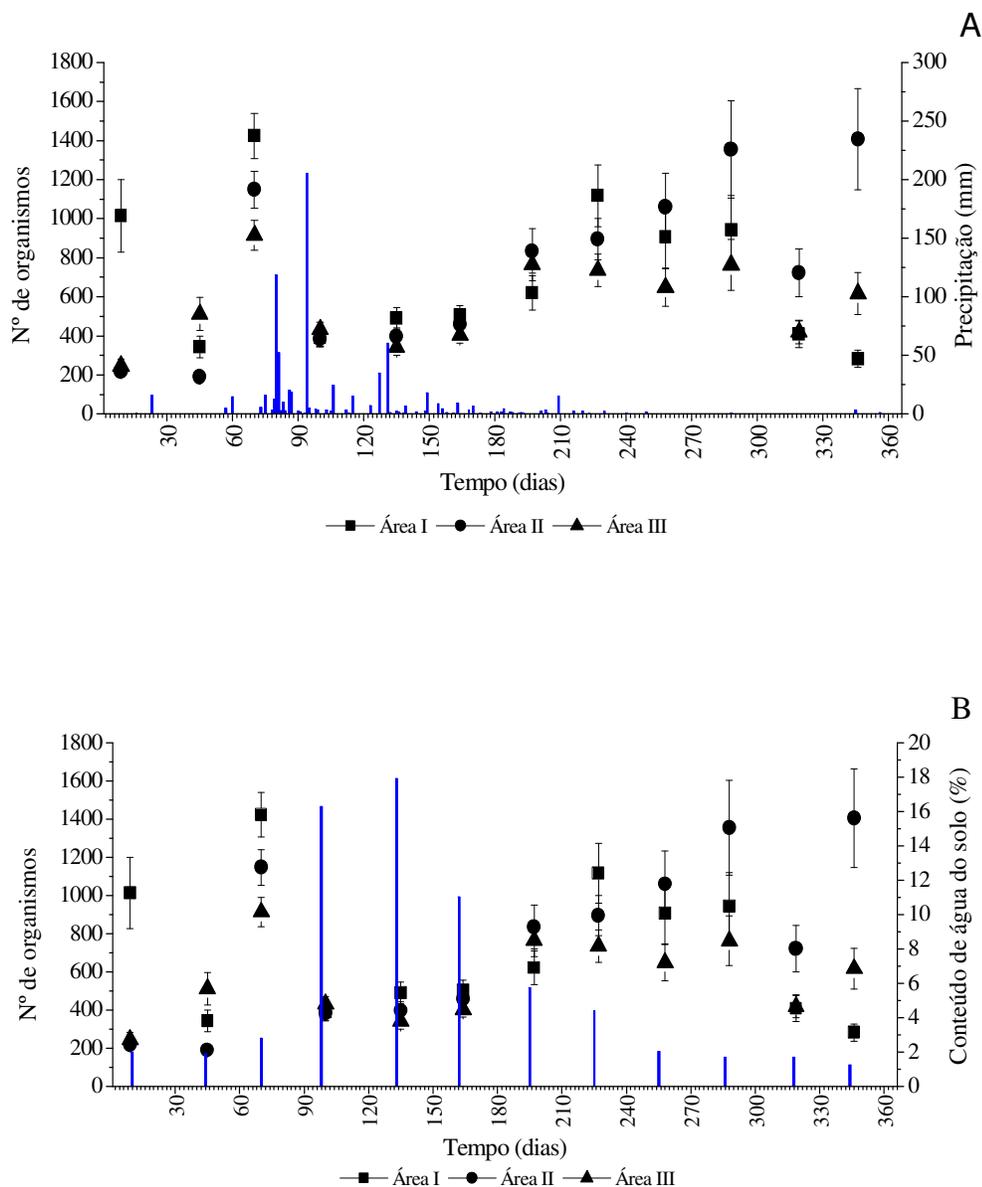


Figura 18. Evolução dos grupos taxonômicos da macrofauna do solo em relação à precipitação (A) e conteúdo de água do solo (B), verificados nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, ano de 2008. As barras verticais representam o desvio da média.

Os grupos mais abundantes nas áreas I, II e III foram: Hymenoptera, Diptera, Acarina e Coleoptera (Tabela 9). Observando-se estes grupos nas diferentes épocas de avaliação, constatou-se que os grupos Hymenoptera e Acarina predominaram durante os meses secos (janeiro, fevereiro, outubro, novembro e dezembro), enquanto os grupos

Diptera e Coleoptera apresentaram picos de abundância nos meses mais chuvosos e com maior conteúdo de água do solo (março, abril e maio) (Figura 19A a 19C).

Nunes et al. (2008) também verificaram tendência de um maior número de indivíduos do grupo Hymenoptera, representado pelas formigas, no período mais seco e citam que os grupos Hymenoptera e Coleoptera são mais predominantes na caatinga, em situação de deficiência hídrica e se apresentam mais resistentes às condições de manejo do solo na caatinga. No entanto, o grupo Coleoptera seguiu um padrão de variação de comportamento oposto a este, quanto à época avaliada, uma vez que embora tenha aparecido durante todo o ano, apresentou picos de ocorrência na estação chuvosa. Assis Júnior (2000) e Nunes et al. (2008) afirmam que os picos de riqueza, abundância e biomassa do grupo Coleoptera ocorrem na estação chuvosa, quando esses apresentam máxima atividade diária corroborando com os resultados deste trabalho. O grupo Acarina também se mostrou resistente e perfeitamente adaptado às condições de altas temperaturas e grandes variações no regime hídrico, que ocorreram no presente estudo, sendo considerados por Souto et al. (2008), como grupos dominantes.

No mês de março, houve um pico na abundância dos grupos Diptera e Coleoptera para as três áreas, sendo que houve destaque na área I para Diptera (394 ind.) e Coleoptera (241 ind.), na área II para Diptera (421 ind.) e Coleoptera (136 ind.) e na área III, Coleoptera (305 ind.) e Diptera (260 ind.) (Figura 19A a 19C).

Nos meses de junho, julho e agosto o aumento dos organismos edáficos Hymenoptera e Acarina, pode ser atribuído à maior oferta de alimento no solo, fornecendo um ambiente favorável aos organismos, favorecendo o seu crescimento (Figura 19A a 19C) pelo acúmulo de serrapilheira na área experimental, uma vez que logo após o término do período chuvoso ocorre queda acentuada das folhas do estrato arbustivo-arbóreo para as espécies: Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), Marmeleiro (*Croton sonderianus*) e Malva (*Sida* sp.), sendo mais persistente para o Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), que passam a constituir parte da liteira responsável pela alimentação dos animais (caprinos) no período seco (Parente et al., 2009) assim como dos organismos edáficos.

O aumento e decréscimo na densidade dos indivíduos podem ser atribuídos as características oportunistas de determinados organismos, os quais são ativos somente em períodos definidos do dia ou apresentam comportamento sazonal (Pequeno et al., 2006). Isto porque cada espécie e variedade aproveitam o solo de maneira diferente (Primavesi, 1990).

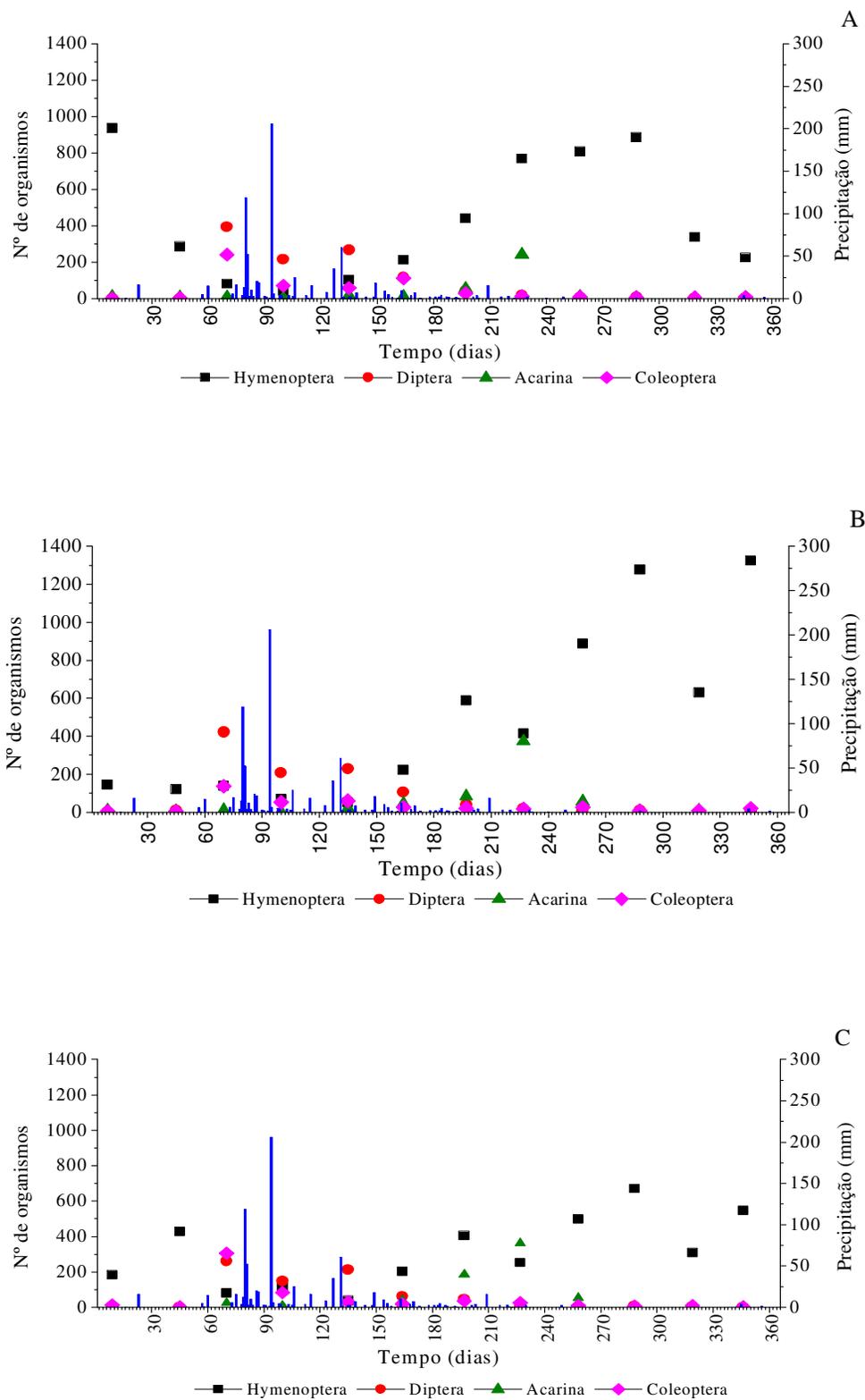


Figura 19. Evolução dos grupos taxonômicos da macrofauna do solo mais representativos nas áreas I (A), II (B), e III (C), em São João do Cariri - PB, ano 2008.

De maneira geral, observou-se que o maior número de organismos foi constatado nas áreas II (9.070 ind.) > I (8.444 ind.) > III (6.798 ind.). O maior número de organismos nas duas primeiras áreas, possivelmente tenha sido favorecido pelas excreções animais (fezes e urina) (Figura 20A a 20C). Já com relação aos teores de carbono e matéria orgânica não se diferenciaram entre as áreas, o que poderá mudar no decorrer dos anos (Tabela 11).

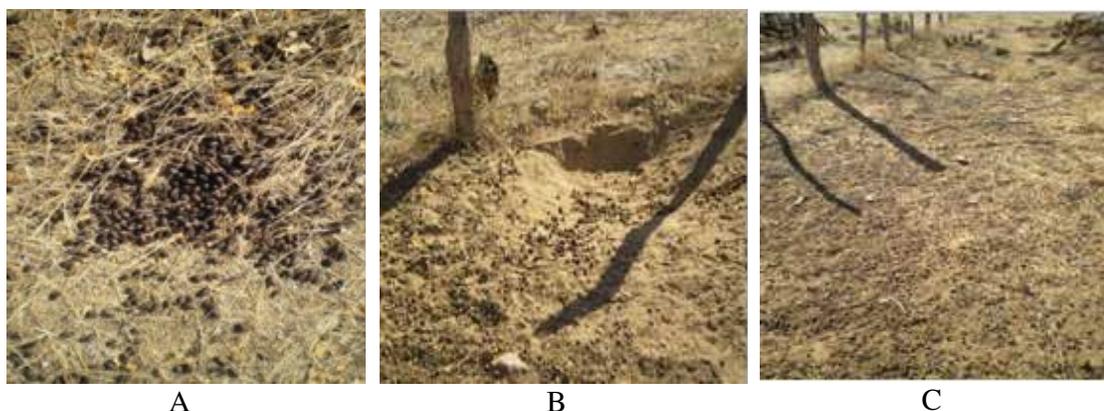


Figura 20. Fezes de caprinos distribuídas aleatoriamente na área I (A) e nos locais comumente utilizados pelos caprinos, sem qualquer intervenção ou indução provocado pelo homem área II (B) e (C).

Tabela 11. Teores de carbono e matéria orgânica do solo (g Kg^{-1}) nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, ano 2008

Meses	Áreas					
	Carbono			Matéria orgânica		
	I	II	III	I	II	III
Janeiro	6,10 e B	9,78 abcd A	6,97 f B	10,51 e B	16,86 abcd A	12,02 f B
Fevereiro	7,48 cde A	8,52 bcde A	7,03 f A	12,89 cde A	14,69 bcde A	12,13 f A
Março	8,23 cde A	7,62 cde A	8,02 cdef A	14,19 cde A	13,13 cde A	13,83 cdef A
Abril	11,76 ab A	9,88 abc A	10,47 bc A	20,27 ab A	17,03 abc A	18,05 bc A
Mai	6,59 de A	6,74 e A	7,44 ef A	11,36 de A	11,62 e A	12,83 ef A
Junho	12,73 a A	11,88 a A	11,67 ab A	21,95 a A	20,48 a A	20,11 ab A
Julho	13,11 a A	11,90 a A	13,52 a A	22,60 a A	20,52 a A	23,30 a A
Agosto	11,64 ab A	10,13 ab A	9,81 bcde A	20,08 ab A	17,46 ab A	16,92 bcde A
Setembro	9,97 bc A	8,99 bcde A	8,48 cdef A	17,18 bc A	15,51 bcde A	14,62 cdef A
Outubro	8,48 cde A	7,35 de A	7,95 def A	14,61 cde A	12,67 de A	13,70 def A
Novembro	9,04 cd A	8,98 bcde A	9,85 bcde A	15,59 cd A	15,48 bcde A	16,98 bcde A
Dezembro	8,82 cd A	9,03 bcde A	10,21 bcd A	15,20 cd A	15,57 bcde A	17,61 bcd A

* Média de doze meses, seguidas de letra minúscula nas colunas compara cada tratamento em relação aos meses e médias seguidas de letra maiúscula comparam os tratamentos no mesmo mês, não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.3.1.1. Índices de diversidade e uniformidade

A diversidade biológica foi avaliada pelo índice de Shannon (H), que mostra o domínio dos grupos faunísticos nas áreas estudadas, com valores oscilando entre 0 e 5, sendo que o declínio de seus valores é o resultado de uma maior dominância de grupos em detrimento de outros. A uniformidade foi avaliada pelo índice de Pielou (e), que representa a distribuição dos grupos nas áreas estudadas.

Na área I, constatou-se que o grupo Hymenoptera apresentou o menor índice de Shannon (0,22), indicando que esse é o mais dominante dentre os demais grupos avaliados, o que pode ser confirmado pelo índice de Pielou (0,06), mostrando a menor uniformidade. Os outros grupos que apresentaram maior abundância e, conseqüentemente, reduzido índice de Shannon e Pielou foram Diptera (H = 0,90; e = 0,30), Coleoptera (H = 1,18; e = 0,43), Acarina = Larva de diptera (H = 1,36; e = 0,53), Araneae (H = 1,49; e = 0,61), Outras larvas (H = 1,55; e = 0,65), Orthoptera (H = 1,74; e = 0,79), seguido de Thysanura (H = 2,05; e = 1,09), Isoptera (H = 2,31; e = 1,43), Larva de coleoptera (H = 2,35; e = 1,49), Embioptera (H = 2,42; e = 1,61) e Lepidoptera (H = 2,46; e = 1,69) (Figuras 21A e 21B).

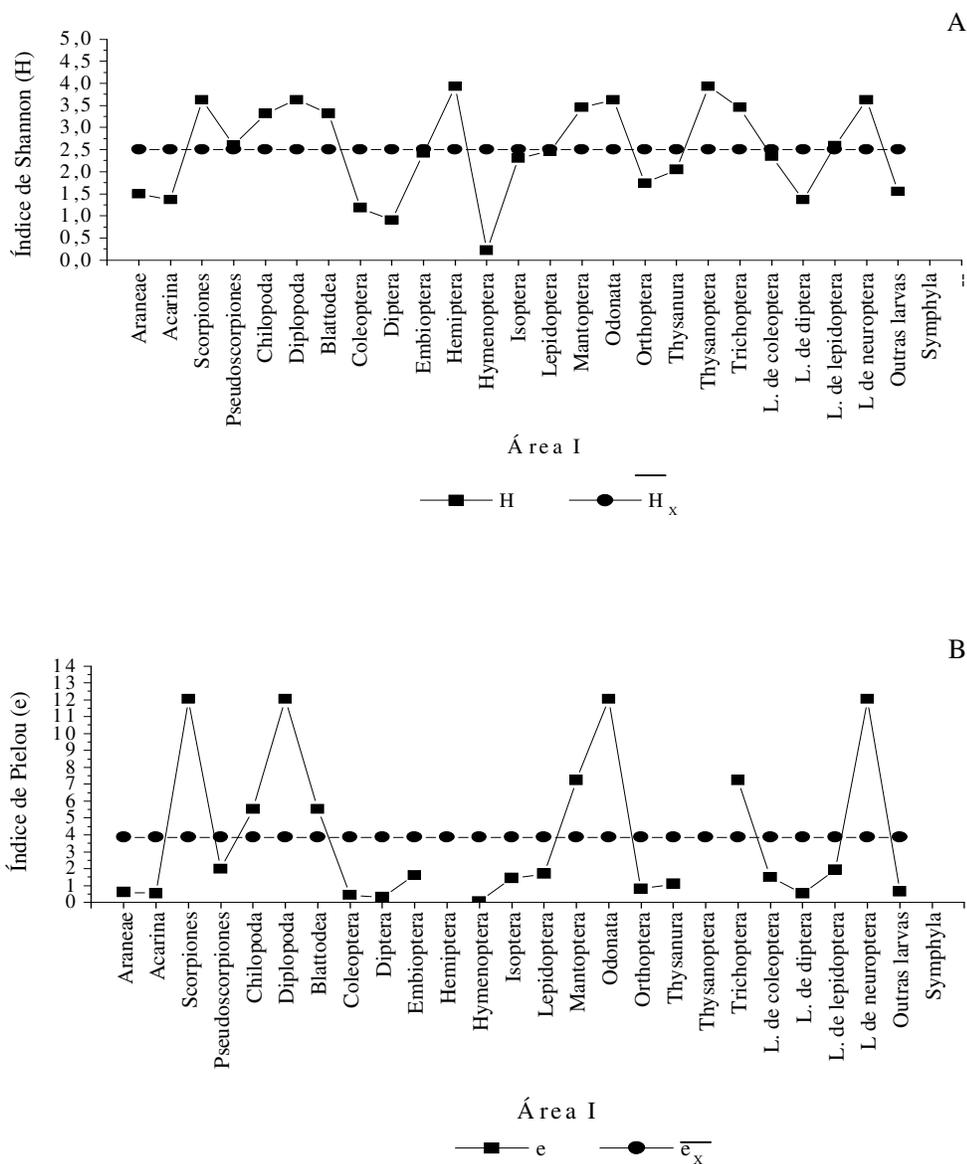


Figura 21. Índice de Diversidade de Shannon (H) (A) e Índice de Uniformidade de Pielou (e) (B), na área I, em São João do Cariri - PB.

A mesma expressividade do grupo Hymenoptera é evidenciada na área II, resultando em baixos valores obtidos nos índices testados ($H = 0,19$; $e = 0,05$), respectivamente. Os demais grupos dominantes foram Diptera ($H = 0,94$; $e = 0,31$), Acarina ($H = 1,16$; $e = 0,41$), Coleoptera ($H = 1,37$; $e = 0,53$), Orthoptera ($H = 1,51$; $e = 0,62$), Araneae ($H = 1,57$; $e = 0,66$), Outras larvas ($H = 1,72$; $e = 0,77$), Larva de diptera ($H = 1,75$; $e = 0,79$), Thysanura ($H = 1,96$; $e = 0,98$), Lepidoptera ($H = 2,33$; $e = 1,44$), Isoptera ($H = 2,40$; $e = 1,54$), Pseudoescorpiones ($H = 2,47$; $e = 1,65$) e Larva de lepidoptera ($H = 2,48$; $e = 1,68$) (Figuras 22A e 22B).

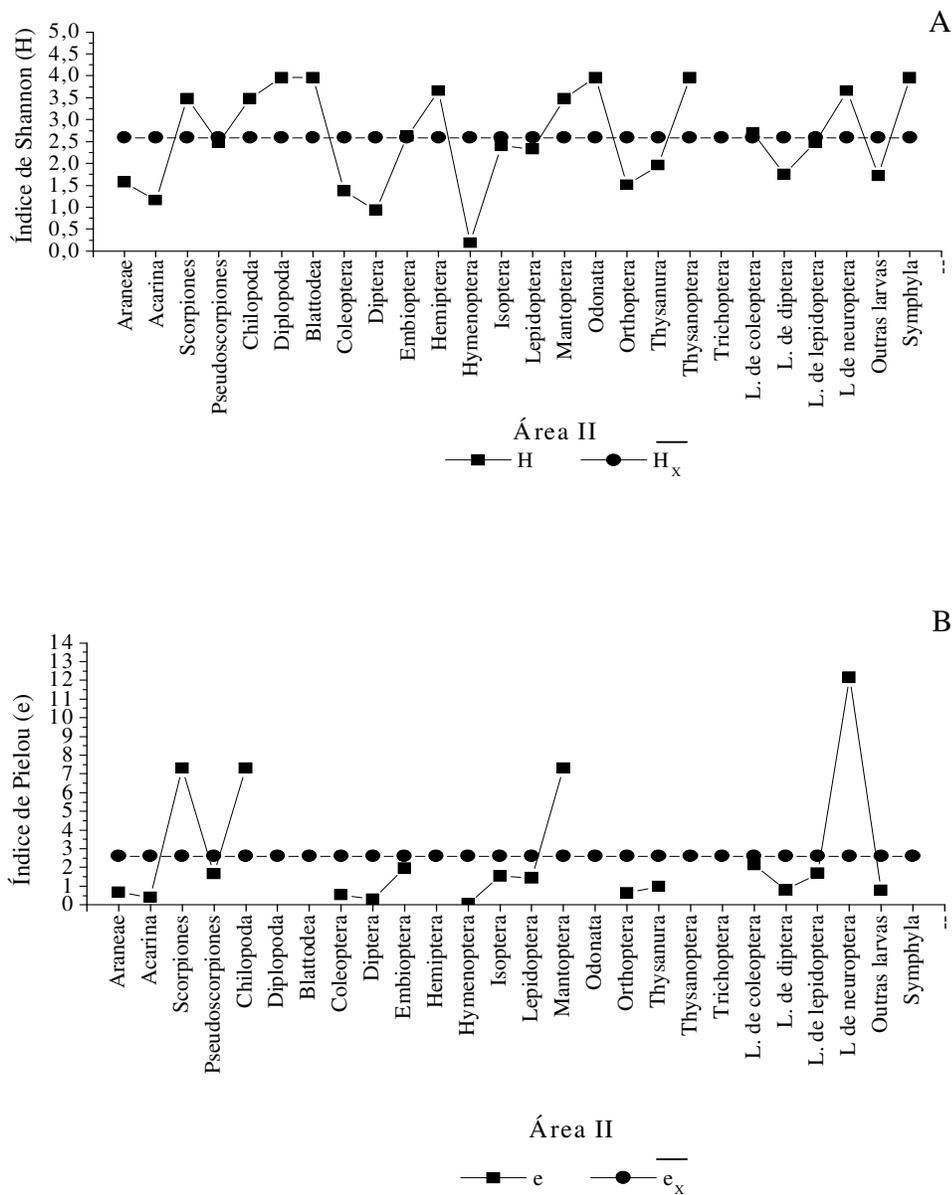


Figura 22. Índice de Diversidade de Shannon (H) (A) e Índice de Uniformidade de Pielou (e) (B), na área II, em São João do Cariri - PB.

Na área III o grupo dominante e menos uniforme, com menores índices de Shannon e Pielou foi Hymenoptera ($H = 0,26$; $e = 0,07$), seguido de Diptera ($H = 0,96$; $e = 0,33$), Acarina ($H = 0,97$; $e = 0,34$), Coleoptera ($H = 1,10$; $e = 0,40$), Araneae ($H = 1,33$; $e = 0,53$), Orthoptera ($H = 1,39$; $e = 0,57$), Thysanura ($H = 1,74$; $e = 0,83$), Outras larvas ($H = 1,95$; $e = 1,03$), Larva de diptera ($H = 2,01$; $e = 1,11$), Larva de lepidoptera ($H = 2,08$; $e = 1,19$) e Lepidoptera ($H = 2,22$; $e = 1,38$) (Figuras 23A e 23B).

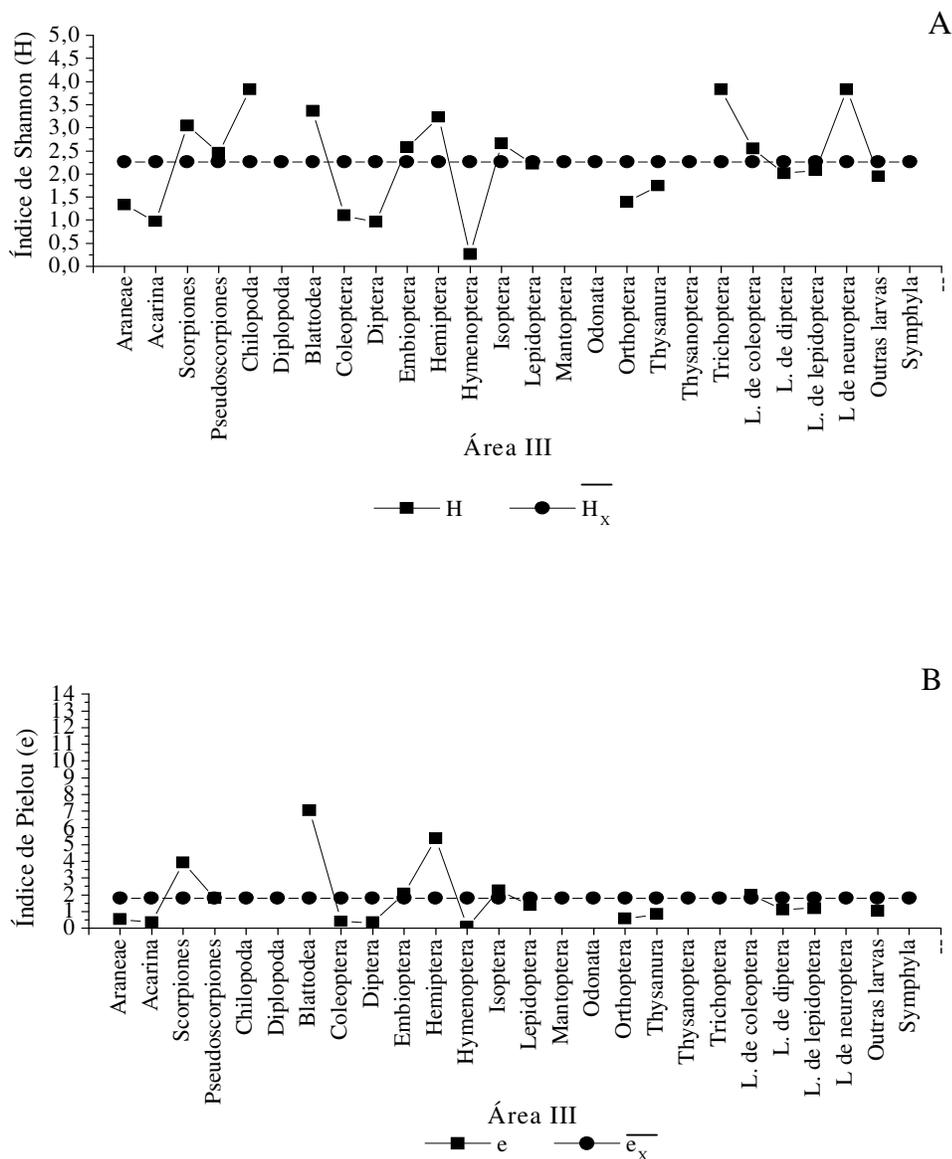


Figura 23. Índice de Diversidade de Shannon (H) (A) e Índice de Uniformidade de Pielou (e) (B), na área III, em São João do Cariri - PB.

Os baixos valores obtidos nos índices testados evidenciam que a alta densidade de indivíduos do grupo Hymenoptera para as áreas I (5.126), II (5.861) e III (3.724) (Tabela 10) reduziu a diversidade no ecossistema, contribuindo para a diminuição da uniformidade (e), confirmando a acentuada dominância desses organismos nas amostragens realizadas. De acordo com Souto (2006) as substituições de espécies e rearranjos na abundância fazem parte do desenvolvimento do ecossistema em busca do equilíbrio. Para Primavesi (1990) deve-se almejar um número grande de espécies de seres vivos no solo com número

reduzido de exemplares dentro de cada uma, já que a diversificação da vida do solo, “mantendo muitas espécies com poucos exemplares”, está ligada à quantidade de matéria orgânica à disposição das espécies.

4.3.2. Mesofauna edáfica

Durante o período experimental foram coletadas 1.080 amostras de solo + serrapilheira e extraídos 762 indivíduos, distribuídas em 14 grupos faunísticos. A riqueza dos grupos foi semelhante à encontrada por Souto et al. (2005) em área de caatinga.

Dentre os grupos taxonômicos que compõem a mesofauna edáfica, o grupo Acarina foi o que mais se destacou (68,64%), em seguida sobressaíram-se os grupos Collembola (12,73%), Protura (3,67%) e Diptera (3,28%). Os grupos mais raros foram Araneae, Larva de diptera e Larva de lepidoptera com (0,13%) (Tabela 12).

Tabela 12. Número total e percentagem de indivíduos coletados nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, ano 2008

Grupo Faunístico	Nome vulgar	Nº de indivíduos por ambiente							
		I		II		III		I+II+III	
		Nº de indivíduos	%	Nº de indivíduos	%	Nº de indivíduos	%	Nº de indivíduos	%
Acarina	Ácaro	98	57,99	205	68,33	220	75,09	523	68,64
Collembola	Colêmbolo	27	15,98	38	12,67	32	10,92	97	12,73
Diptera	Mosquito	10	5,92	10	3,33	5	1,71	25	3,28
Protura	-	9	5,33	9	3,00	10	3,41	28	3,67
Diplura	-	7	4,14	3	1,00	4	1,37	14	1,84
Outras larvas	Outras larvas	6	3,55	9	3,00	5	1,71	20	2,62
Psocoptera	-	5	2,96	6	2,00	5	1,71	16	2,10
L. de coleoptera	Larva de coleoptera	3	1,78	1	0,33	1	0,34	5	0,66
Symphyla	-	2	1,18	6	2,00	4	1,37	12	1,57
Chilopoda	Centopeia	1	0,59	3	1,00	4	1,37	8	1,05
L. de diptera	Larva de diptera	1	0,59	-	-	-	-	1	0,13
Araneae	Aranha	-	-	1	0,33	-	-	1	0,13
Hymenoptera	Formiga	-	-	9	3,00	2	0,68	11	1,44
L. de lepidoptera	Larva de borboleta	-	-	-	-	1	0,34	1	0,13
Total		169	100	300	100	293	100	762	100

A riqueza (número de grupos) apresentou pouca variação entre os tratamentos, tendo sido verificados nas áreas I (11 grupos) e nas áreas II e III (12 grupos). No entanto, o maior número de organismos coletados foi verificado nas áreas II (300 ind.) > III (293 ind.) > I (169 ind.) (Tabela 12).

Na área I os organismos mais abundantes em ordem decrescente foram: Acarina (98 ind.), seguido de Collembola (27 ind.), Diptera (10 ind.), Protura (9 ind.), Diplura (7 ind.) e Outras larvas (6 ind.). Dos trinta pontos amostrados os grupos Acarina, Collembola e Diptera foram encontrados em 26, 16 e 10 pontos de determinação, respectivamente. Na área II os organismos mais abundantes foram: Acarina (205 ind.), Collembola (38 ind.), Diptera (10 ind.), bem como Protura, Outras larvas e Hymenoptera, ambos com (09 ind.). O primeiro grupo foi encontrado em 29 pontos amostrados, enquanto que o segundo e terceiro grupos foram encontrados em 20 e 09 pontos de observação, respectivamente. Já para a área III os indivíduos mais abundantes foram: Acarina (220 ind.), Collembola (32 ind.), Protura (10 ind.), além de Diptera, Outras larvas e Psocoptera com (05 ind.). O grupo Acarina foi encontrado nos 30 pontos amostrados, enquanto que os grupos Collembola e Protura surgiram em 19 e 8 pontos, respectivamente (Tabela 12).

Com relação à Frequência Absoluta (FA) e Frequência Relativa (FR) na área I, os valores mais expressivos foram para os grupos: Acarina (FA = 86,67%; FR = 32,50%), Collembola (FA = 53,33%; FR = 20,0%), Diptera (FA = 33,33%; FR = 12,50%), além de Diplura e Outras larvas (FA = 20%; FR = 7,5%). Já para a área II os grupos que apresentaram os valores mais elevados em ordem decrescente, foram: Acarina (FA = 96,67%; FR = 30,21%), Collembola (FA = 66,67%; FR = 20,84%), Diptera (FA = 30%; FR = 9,38%), Protura e Outras larvas (FA = 23,33%; FR = 7,29%). Na área III os maiores valores ocorreram para os grupos: Acarina (FA = 100%; FR = 34,88%), Collembola (FA = 63,33%; FR = 22,09%), Protura (FA = 26,67%; FR = 9,30%), bem como Diptera e Psocoptera (FA = 16,67%; FR = 5,82%). Os grupos que apresentaram menor FA e FR para a área I foram Symphyla, Chilopoda e Larva de diptera (FA = 3,33%; FR = 1,25%). Na área II os grupos de menor FA e FR foram Larva de coleoptera e Araneae (FA = 3,33%; FR = 1,04%) e na área III Larvas de coleoptera e de lepidoptera (FA = 3,33%; FR = 1,16%) (Tabela 13).

Tabela 13. Frequência absoluta e relativa dos grupos da mesofauna do solo amostradas nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB

Grupo Faunístico	Área I				Área II				Área III			
	NIND	NPARC	FA	FR	NIND	NPARC	FA	FR	NIND	NPARC	FA	FR
Acarina	98	26	86,67	32,50	205	29	96,67	30,21	220	30	100	34,88
Collembola	27	16	53,33	20,00	38	20	66,67	20,84	32	19	63,33	22,09
Diptera	10	10	33,33	12,50	10	9	30,00	9,38	5	5	16,67	5,82
Protura	9	5	16,67	6,25	9	7	23,33	7,29	10	8	26,67	9,30
Diplura	7	6	20,00	7,50	3	3	10,00	3,13	4	4	13,33	4,65
Outras larvas	6	6	20,00	7,50	9	7	23,33	7,29	5	3	10,00	3,49
Psocoptera	5	5	16,67	6,25	6	5	16,67	5,21	5	5	16,67	5,82
L. de coleoptera	3	3	10,00	3,75	1	1	3,33	1,04	1	1	3,33	1,16
Symphyla	2	1	3,33	1,25	6	4	13,33	4,17	4	4	13,33	4,65
Chilopoda	1	1	3,33	1,25	3	3	10,00	3,13	4	4	13,33	4,65
L. de diptera	1	1	3,33	1,25	-	-	-	-	-	-	-	-
Araneae	-	-	-	-	1	1	3,33	1,04	-	-	-	-
Hymenoptera	-	-	-	-	9	7	23,33	7,29	2	2	6,67	2,33
L. de lepidoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	3,33	1,16
Total	169	30	266,67	100	300	30	319,99	100	293	30	286,67	100

Sendo: **NIND** = N° de indivíduos; **NPARC** = N° de parcelas de ocorrências; **FA** = Frequência absoluta; **FR** = Frequência relativa.

Quanto à riqueza dos grupos taxonômicos as maiores ocorrências na área I foram: Acarina > Collembola > Diptera > Protura > Diplura > Outras larvas > Psocoptera > Larva de Coleoptera > Symphyla. Os grupos Acarina e Collembola constituíram 74%, enquanto que os demais grupos apresentaram percentuais abaixo de 1%. Na área II os grupos taxonômicos predominantes em ordem decrescente foram: Acarina > Collembola > Diptera > (Outras larvas = Protura = Hymenoptera) > (Symphyla = Psocoptera) > (Diplura = Chilopoda), sendo que os grupos Acarina e Collembola representam 81% e os grupos restantes obtiveram percentuais inferiores a 1%. A sequência dos grupos taxonômicos na área III foi Acarina > Collembola > Protura > (Outras larvas = Psocoptera = Diptera) > (Symphyla = Diplura = Chilopoda). Os grupos Acarina e Collembola constituem 86% e os outros grupos apresentaram percentuais inferiores a 1% (Figuras 24A a 24C).

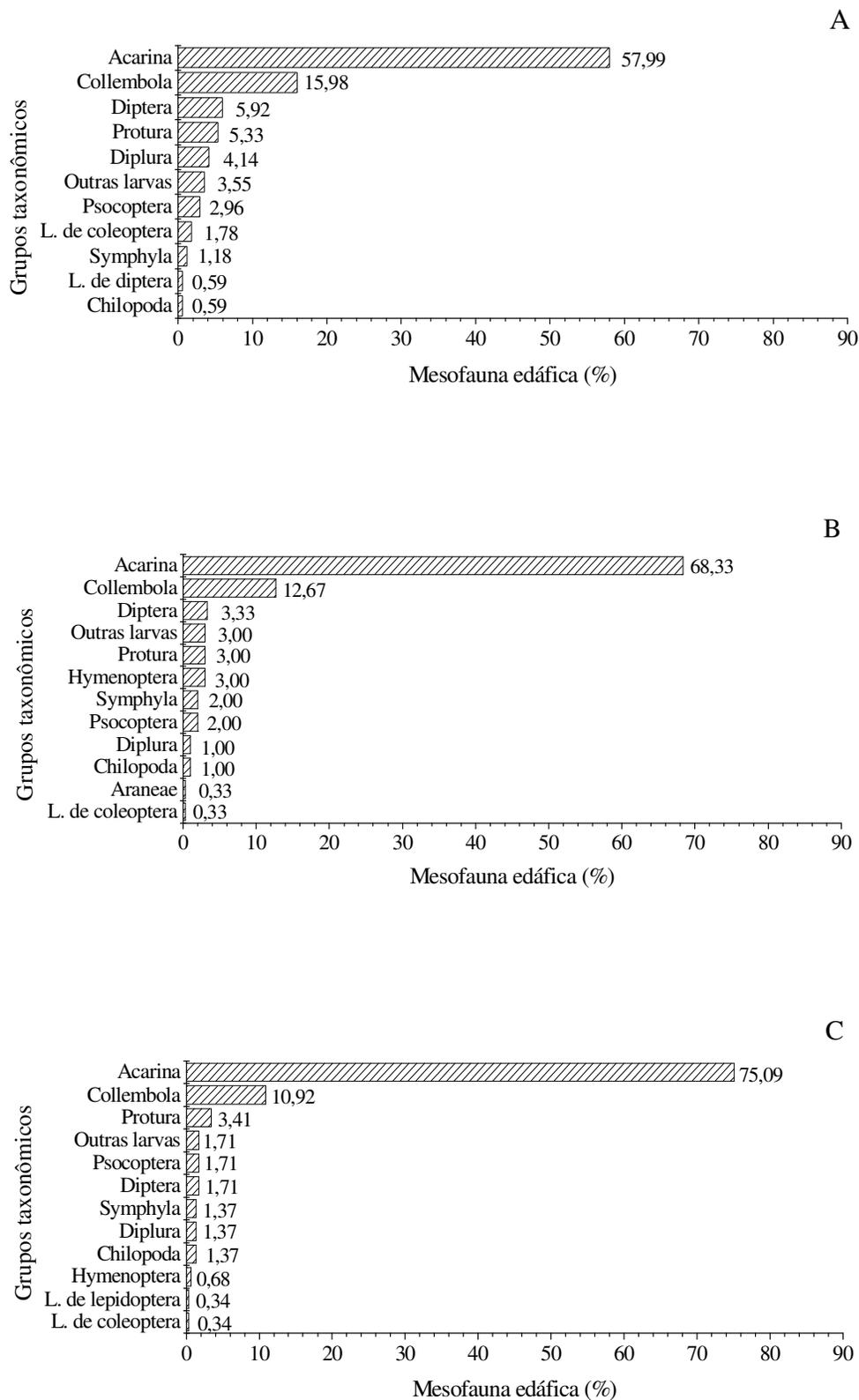


Figura 24. Distribuição dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo, verificados nas áreas I (A), II (B) e III (C), em São João do Cariri - PB.

O número de organismos foi flutuante no tempo, possivelmente afetado por condições ambientais ao longo do experimento. Observou-se que nos meses secos (janeiro, fevereiro, outubro, novembro e dezembro) houve redução na abundância de organismos, quando comparado com os meses chuvosos e com maior conteúdo de água do solo (Figuras 25A e 25B).

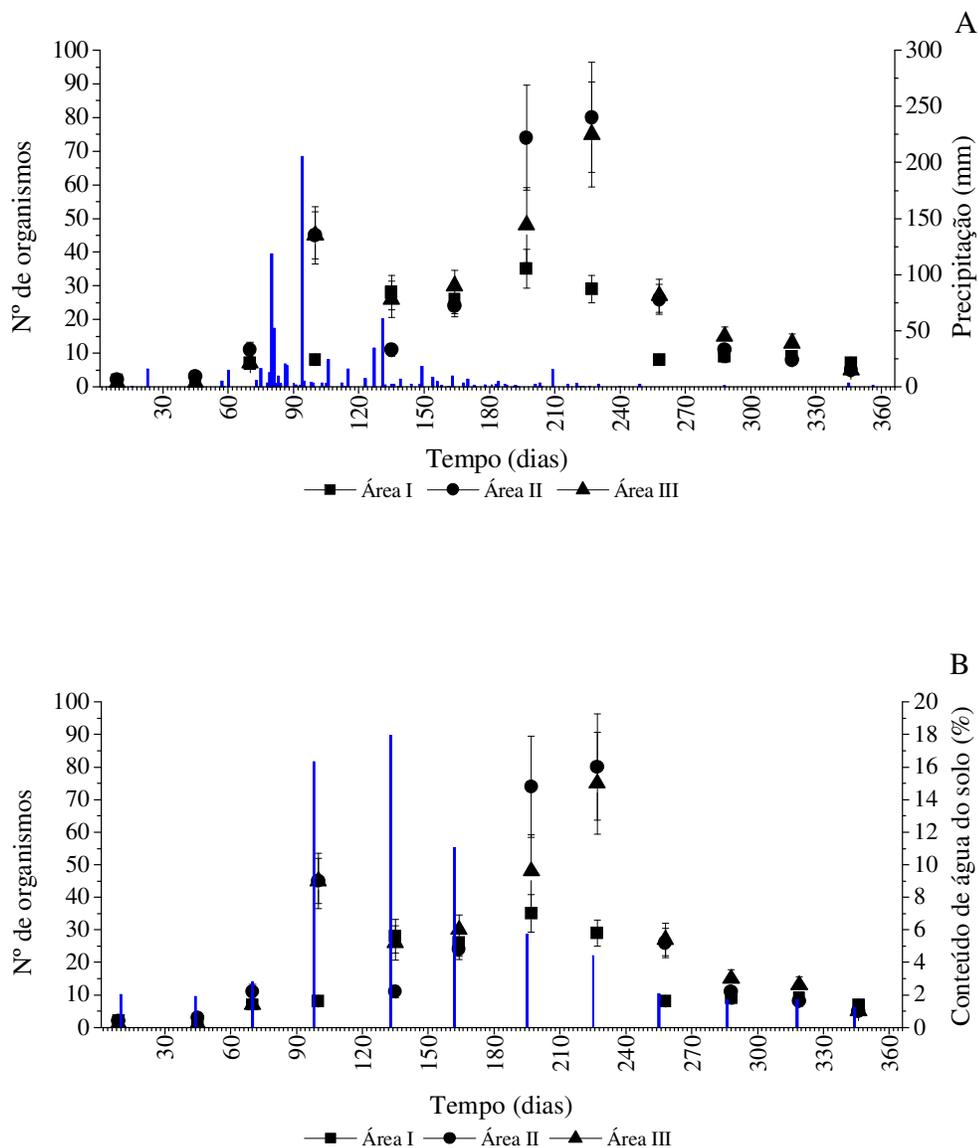


Figura 25. Evolução dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo em relação à precipitação (A) e conteúdo de água do solo (B), verificados nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, ano 2008. As barras verticais representam o desvio da média.

A redução dos grupos faunísticos nos meses mais secos foi decorrente de possíveis mudanças nas condições de sobrevivência, agravada pelo déficit hídrico, restando apenas os mais adaptados a essas condições, bem como às temperaturas do solo mais elevadas, uma vez que esses organismos habitam as camadas internas do solo, apresentando-se mais sensíveis às intempéries quando comparado com os organismos da macrofauna, que são encontrados mais facilmente na superfície do solo.

Assim, o baixo conteúdo de água do solo provocou a migração, queda na reprodução ou em caso extremo na mortalidade dos organismos edáficos. Nunes et al. (2008) citam que nesta situação, as condições de colonização do meio ficam limitadas para poucas espécies mais resistentes ao déficit hídrico, em detrimento de outras que podem ter migrado para a subsuperfície ou mesmo para outras áreas. Somente os micro e mesoorganismos pigmentados, que migram na superfície do solo, estão protegidos da exposição à luz solar por algum tempo (Primavesi, 1990).

Houve um acréscimo no número de organismos, principalmente pertencente ao Grupo Acarina, para os meses de julho e agosto, sobretudo nas áreas II e III (Figuras 26A a 26C) que no mês de julho foi (Área I = 22; Área II = 59; Área III = 42) e agosto (Área I = 15; Área II = 62; Área III = 59).

Observou-se que os grupos taxonômicos mais abundantes nas áreas I e II foram: Acarina, Collembola e Diptera e na área III sobressaíram-se os grupos Acarina, Collembola e Protura, com picos de abundância nos meses mais chuvosos e de maior conteúdo de água do solo (março a agosto) e redução no período seco (janeiro, fevereiro, outubro, novembro e dezembro) (Figuras 26A a 26C). Pinto et al. (2005) citam que as alterações microclimáticas podem alterar a distribuição e abundância dos insetos nos sentidos de ocupação vertical e horizontal, uma vez que o conteúdo de água do solo proporciona melhores condições para o estabelecimento e atividades dos organismos edáficos.

Rovedder et al. (2004) mencionam que a redução da precipitação provoca a diminuição do número de organismos do solo, uma vez que a escassez do conteúdo de água do solo restringe processos metabólicos e aumenta a taxa de mortalidade em ordens mais sensíveis como Collembola e o aumento da temperatura ocasiona a secagem fisiológica destes organismos, já que as altas temperaturas na superfície do solo atuam, juntamente com outras características de solo degradado, como um fator de restrição ao número de indivíduos e ao número de gerações anuais de Collembola.

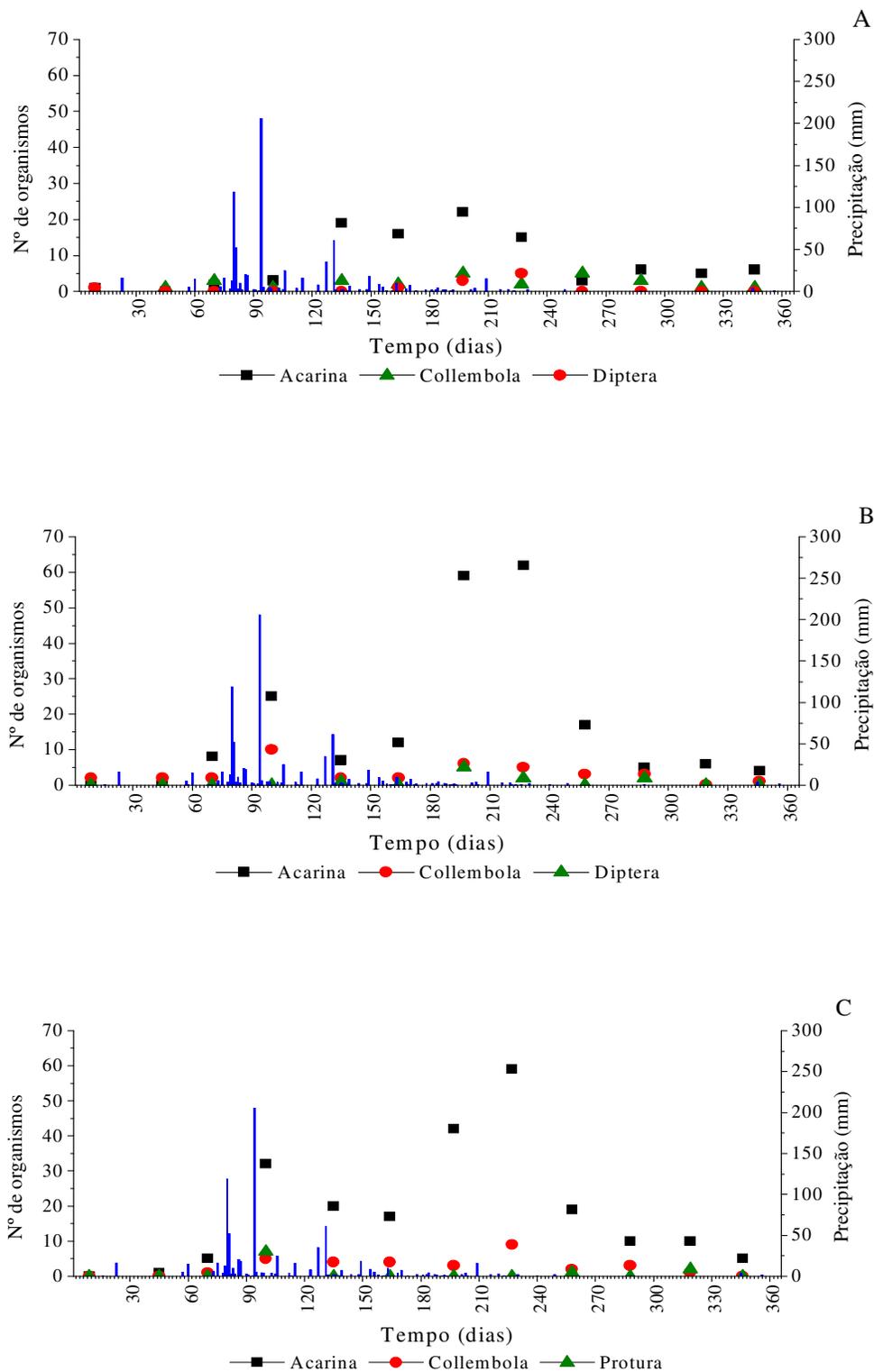


Figura 26. Evolução dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo mais representativos nas áreas I (A), II (B) e III (C), em São João do Cariri - PB, ano 2008.

Observou-se que a amplitude de variação da temperatura do solo (TS) (Figura 27A) é maior que a da temperatura do ar (TA) (Figura 27B) ao longo do tempo. Nos meses de maior temperatura constatou-se redução dos organismos edáficos conforme ocorreu nos meses de janeiro (TS = 35,3 °C; TA = 27,2 °C), fevereiro (TS = 36,7 °C; TA = 28,1 °C), outubro (TS = 33,3 °C; TA = 26,5 °C), novembro (TS = 37,3 °C; TA = 27,2 °C) e dezembro (TS = 36,3 °C; TA = 27,8 °C), com aumento dos organismos nos meses de temperaturas mais amenas, com destaque para o grupo Collembola que surgiu em maior número nos meses de temperaturas mais reduzidas e melhores condições de conteúdo de água do solo. Huber et al. (2006) citam que o grupo Collembola ocorre apenas em ambientes úmidos, embora alguns deles possam resistir a uma certa dessecação.

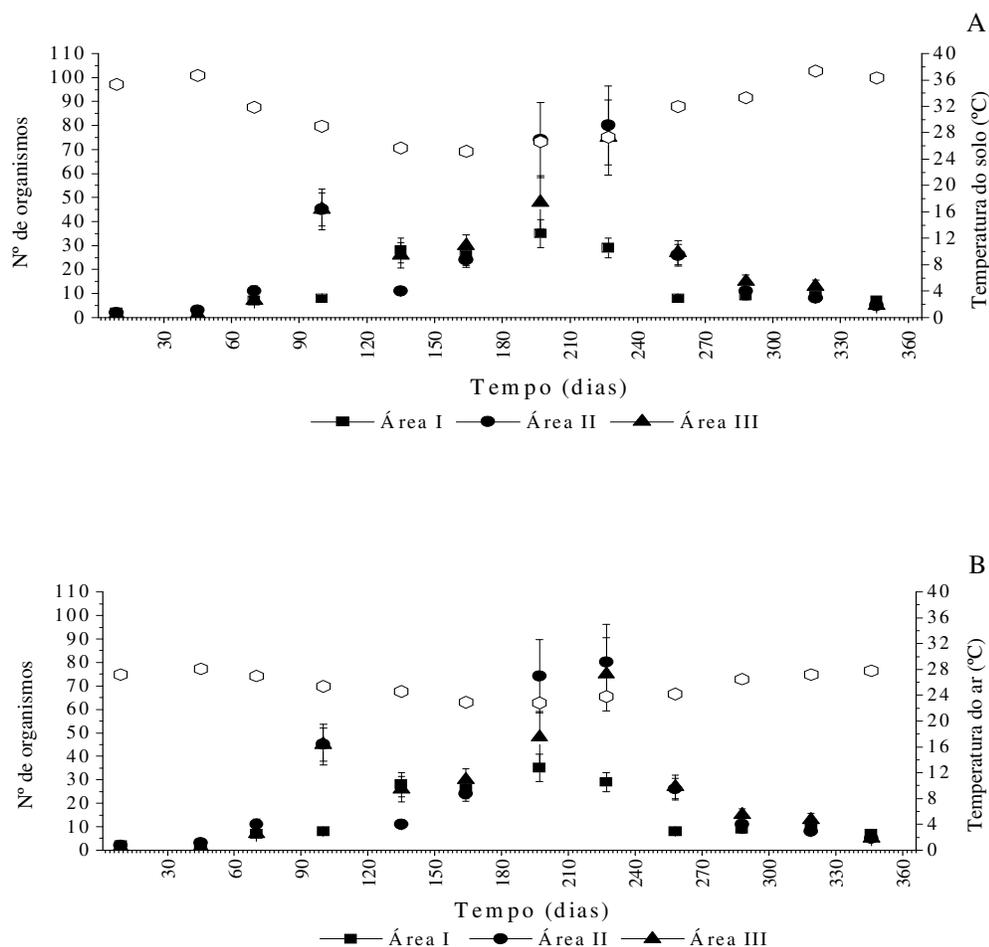


Figura 27. Evolução dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo em relação à temperatura do solo (°C) a 10 cm (A) e temperatura do ar (°C) (B), em São João do Cariri - PB, ano 2008. As barras verticais representam o desvio da média.

4.3.2.1. Índices de diversidade e uniformidade

Os índices de Shannon e de Pielou indicaram menor diversidade e uniformidade para os grupos Acarina e Collembola para as três áreas. Sendo os valores para o grupo Acarina, na área I ($H = 0,24$; $e = 0,12$), área II ($H = 0,17$; $e = 0,072$) e área III ($H = 0,12$; $e = 0,05$), enquanto que para o grupo Collembola na área I ($H = 0,80$; $e = 0,56$), área II ($H = 0,90$; $e = 0,57$) e área III ($H = 0,96$; $e = 0,64$) (Figura 28). Observou-se que na área I houve ainda dominância de alguns grupos como Diptera ($H = 1,23$; $e = 1,23$), Protura ($H = 1,27$; $e = 1,33$), Diplura ($H = 1,38$; $e = 1,64$) e Outras larvas ($H = 1,45$; $e = 1,86$). Na área II os demais grupos dominantes foram Diptera ($H = 1,48$; $e = 1,48$), Protura = Hymenoptera = Outras larvas ($H = 1,52$; $e = 1,60$). Na área III além de Acarina e Collembola o outro grupo mais dominante foi Protura ($H = 1,47$; $e = 1,47$) (Figura 28).

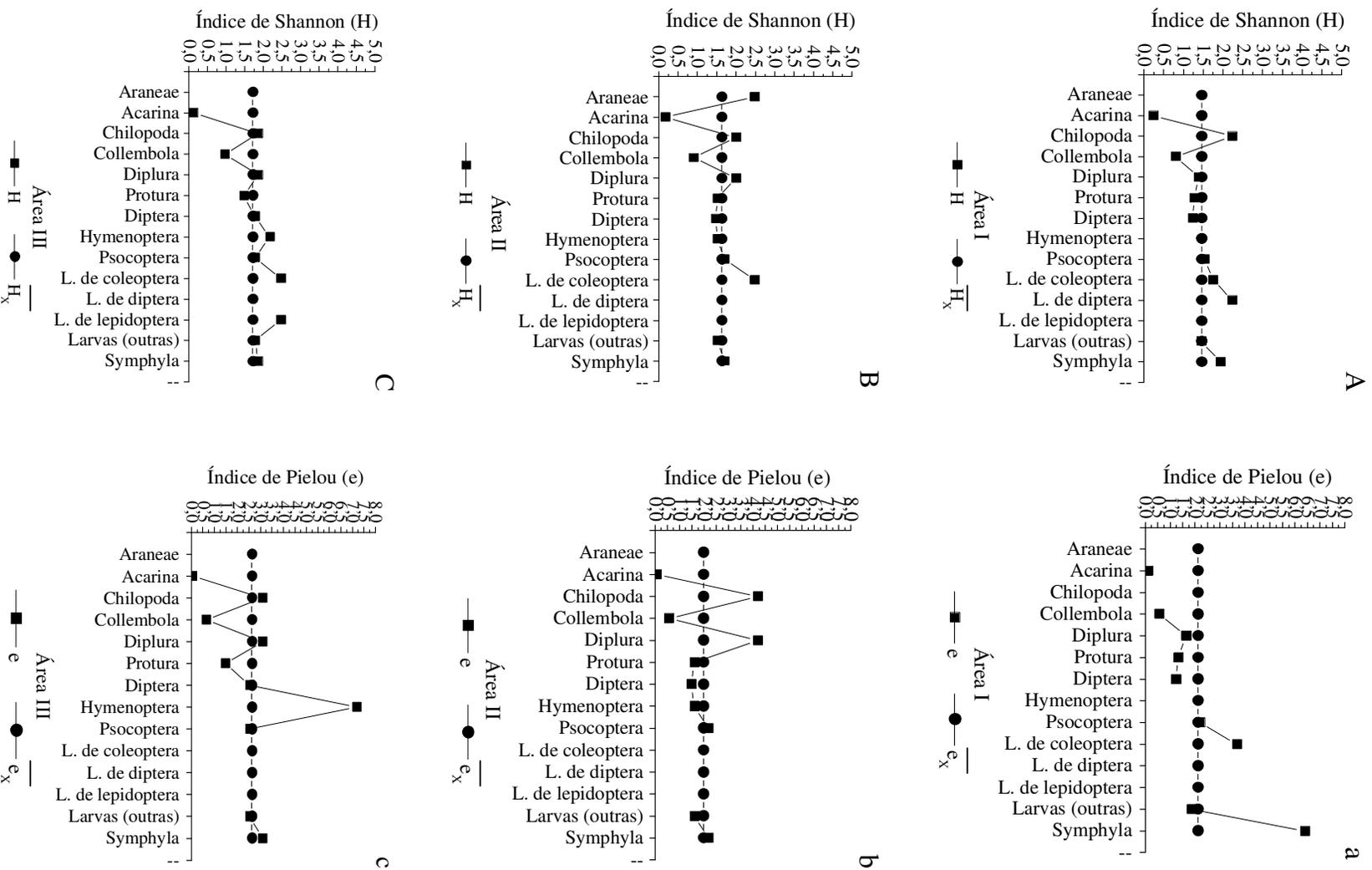


Figura 28. Índice de Shannon (H) e Índice de Pielou (e), nas áreas I (Aa), II (Bb) e III (Cc), em São João do Cariri - PB, ano 2008. Letras maiúsculas representam o índice de Shannon (H) e minúsculas representam o índice de Pielou (e).

4.4. Avaliação da atividade microbiana por meio da produção de dióxido de carbono

Observando-se a atividade microbiana avaliada pela quantidade de CO₂ desprendido do solo, constatou-se que houve variação para as épocas de avaliação e tratamentos (Tabela 14). A evolução do CO₂ do solo na área I oscilou entre (82,81 e 147,22 mg m⁻² h⁻¹) em fevereiro e julho, entre (86,33 e 150,07 mg m⁻² h⁻¹) em fevereiro e junho na área II e entre (92,74 e 154,52 mg m⁻² h⁻¹) em janeiro e abril na área III. Os resultados condiz com as afirmações de Singh e Gupta (1977), ao mencionarem que a respiração edáfica oriunda da atividade microbiana em regiões secas, encontra-se entre 50 e 200 mg m⁻² h⁻¹ (Tabela 14).

Tabela 14. Evolução de CO₂ do solo (mg m⁻² h⁻¹), nas áreas I, II e III referentes aos meses de janeiro a dezembro de 2008

Meses	Áreas		
	I	II	III
Janeiro	84,35 f A	87,64 d A	92,74 f A
Fevereiro	82,81 f B	86,33 d AB	95,31 ef A
Março	119,05 cd A	114,33 b A	109,68 cde A
Abril	139,65 ab B	148,10 a AB	154,52 a A
Mai	129,72 bc A	136,35 a A	135,45 b A
Junho	140,24 ab AB	150,07 a A	129,76 b B
Julho	147,22 a A	142,48 a A	123,58 bc B
Agosto	135,68 ab A	140,00 a A	121,38 bc B
Setembro	106,78 de A	115,49 b A	109,30 cde A
Outubro	104,21 de A	109,40 bc A	108,74 cde A
Novembro	104,21 de A	109,18 bc A	111,62 cd A
Dezembro	97,48 ef A	98,20 cd A	101,55 def A

* Letras minúsculas iguais não diferem mensalmente, enquanto letras maiúsculas iguais não há diferença entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A variação de CO₂ em função dos tratamentos foi na seguinte ordem: tratamento II (119,80 mg m⁻² h⁻¹) > III (116,14 mg m⁻² h⁻¹) > I (115,95 mg m⁻² h⁻¹) (Tabela 14). As excreções dos animais podem ter favorecido o crescimento e metabolismo microbiano, semelhante à macro e mesofauna edáfica que apresentaram maior abundância nessa área. Garcia e Nahas (2007) constataram que as atividades respiratórias foram maiores no solo dos pastos com baixa lotação de ovino que do controle ou dos pastos com alta lotação de ovino e atribuíram os resultados à melhor qualidade do solo superficial do pasto com baixa lotação de ovino, favorecendo o crescimento e o metabolismo microbiano.

No entanto, Wardle e Ghani (1995) e Pereira et al. (2004) citam que a maior atividade microbiana diante de perturbações no ecossistema do solo indica uma resposta da

microbiota do solo às condições adversas. De forma complementar, Guedes et al. (2008) mencionam que o aumento na respiração da comunidade microbiana do solo pode ser o indicativo de estresse. Nesse sentido, vale mencionar que pelas informações obtidas mediante o levantamento florístico e fitossociológico a área II já era a mais antropizada, ou seja, a vegetação já não era contínua, apresentando falhas, com parte do solo exposto aos raios solares, que devido às elevadas temperaturas também pode ter exercido influência sobre a atividade microbiana, resultando nas maiores quantidades de CO₂ liberado. A presença dos caprinos neste ambiente pode ter ampliado essas falhas na vegetação, pela retirada de material vegetal durante o pastejo.

As emissões de CO₂ ocorreram durante todo o ano, apresentando padrão de variação temporal entre os tratamentos, com variabilidade elevada, sobretudo nos meses chuvosos, verificados nas barras de desvio da média, sendo decrescente no período seco (janeiro, fevereiro, setembro, outubro, novembro e dezembro) e crescente, com picos de emissões no período chuvoso (março a agosto), decorrente do maior conteúdo de água do solo na ocasião da amostragem, já que uma maior disponibilidade de água favorece os microrganismos do solo (Figuras 29A e 29B).

Lira et al. (1999) também encontraram maior liberação de CO₂ nos meses de maior precipitação. Assis Júnior et al. (2003) igualmente mostraram que a precipitação afeta diretamente o conteúdo de água e a temperatura do solo, os quais têm influência na atividade da microbiota e verificaram relações lineares entre o conteúdo de água do solo e sua atividade biológica. Pereira et al. (2004) e Carvalho et al. (2006) afirmam que a ocorrência de chuva depois do longo período seco resulta em picos de CO₂, uma vez que a atividade microbiana aumenta rapidamente, após um evento de chuva.

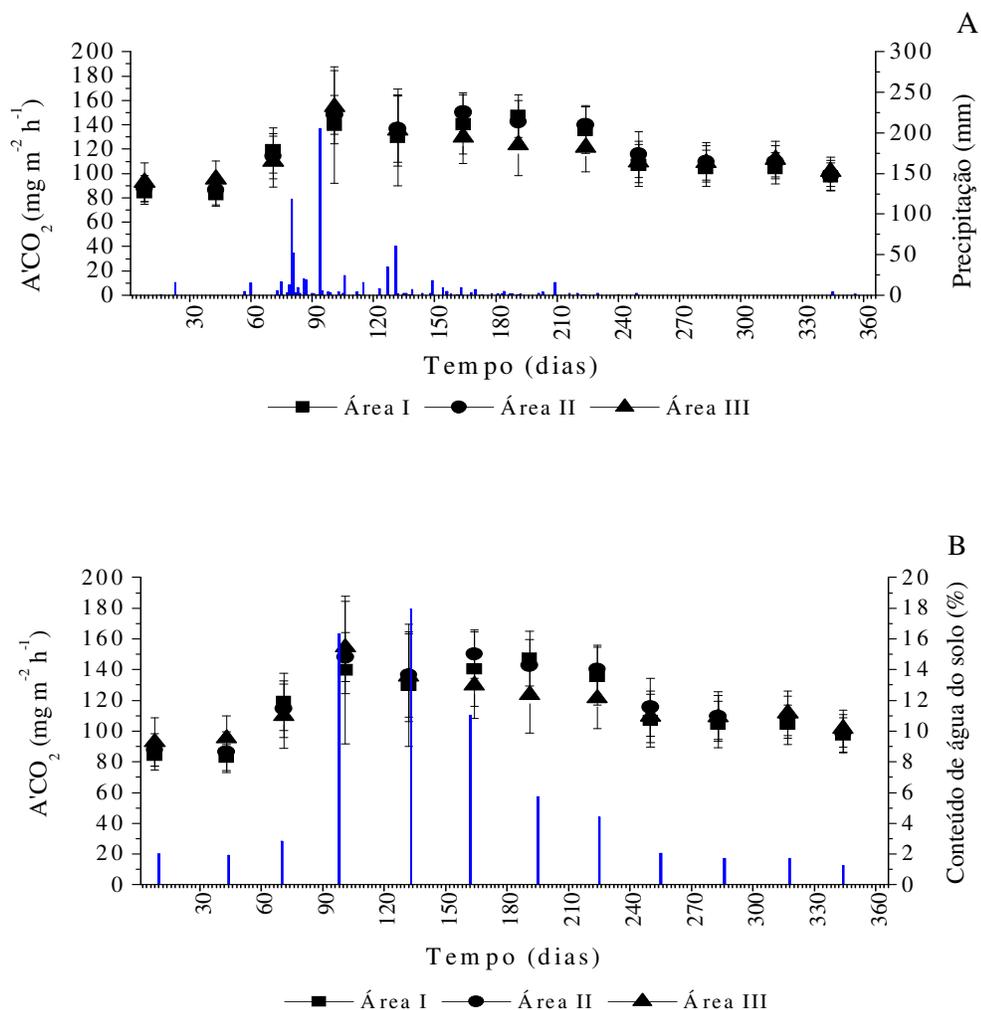


Figura 29. Evolução de CO_2 em função do tempo, da precipitação (A) e conteúdo de água do solo (B), nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, ano 2008. As barras verticais representam o desvio da média.

Na área III (sem animais), foi verificado o maior conteúdo de água do solo, possivelmente favorecida pela declividade do terreno, já que esta se encontra no nível mais baixo em relação às demais áreas e pela maior cobertura do solo. Assim, as falhas na vegetação pelos caprinos nas áreas I e II, podem ter ocasionado à maior perda de conteúdo de água do solo quando comparadas com a área controle (Tabela 15). Resultados semelhantes foram encontrados por Garcia e Nahas (2007), que relataram redução do conteúdo de água do solo em pastos com alta lotação ovino, devido a vegetação descontínua, limitando o crescimento microbiano, semelhante ao que ocorreu na área I.

Tabela 15. Conteúdo de água do solo (%), nas áreas I, II e III referentes aos meses de janeiro a dezembro de 2008

Meses	Áreas		
	I	II	III
Janeiro	1,25 de B	1,96 e AB	2,81 ef A
Fevereiro	1,08 de B	1,90 e AB	2,73 ef A
Março	1,78 de B	2,61 de AB	4,06 e A
Abril	17,62 a A	15,74 a B	15,60 b B
Mai	17,90 a A	17,31 a A	18,59 a A
Junho	11,97 b A	9,93 b B	11,23 c AB
Julho	3,82 c C	5,87 c B	7,52 d A
Agosto	2,68 cd C	4,41 cd B	6,09 d A
Setembro	1,05 de B	2,18 e AB	2,92 ef A
Outubro	0,75 e B	1,56 e AB	2,81 ef A
Novembro	0,98 de A	1,98 e A	2,16 ef A
Dezembro	0,52 e A	1,26 e A	1,95 f A

* Letras minúsculas iguais não diferem mensalmente, enquanto letras maiúsculas iguais não há diferença entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As flutuações de CO₂ ao longo do ano ocorreram também em razão das interações de outros elementos meteorológicos, como irradiação solar, insolação e temperatura, reduzindo sua intensidade entre os meses de abril a agosto, ocasião em que a precipitação e conteúdo de água do solo foram mais elevados, proporcionando condições adequadas à maior atividade microbiana, resultando em picos de liberação. Ao longo do ano a média de irradiação solar oscilou entre 326,8 W m⁻² (julho) e 537,6 W m⁻² (fevereiro), com média diária de 140 W m⁻² (abril) e 670 W m⁻² (novembro). A insolação média variou entre 6,0 h (junho) e 9,6 h (dezembro), com mínima de 0,0 h (agosto) e 12 h (março) e a média de temperatura do solo a 10 cm de profundidade, oscilou entre 27,3 °C (julho) e 38,6 °C (dezembro), com mínima de 25,9 °C (julho) e máxima de 40,9 °C (dezembro) (Figuras 30A a 30C).

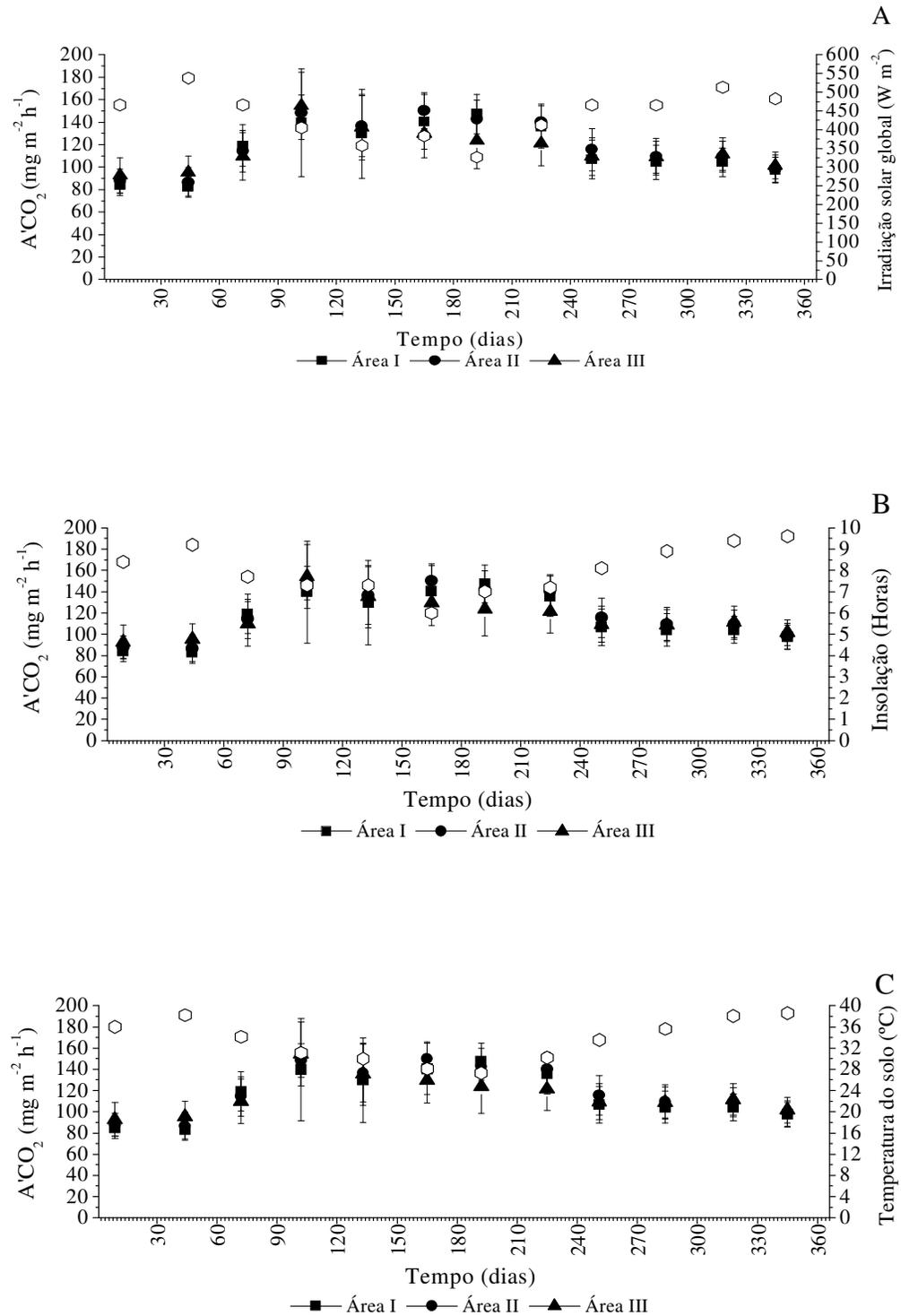


Figura 30. Evolução de CO_2 do solo em função do tempo e da irradiação solar (A), insolação (B) e temperatura do solo a 10 cm de profundidade (C), em São João do Cariri - PB, ano 2008. As barras verticais representam o desvio da média.

Observou-se que houve uma tendência dos teores de C e MO acompanharem a curva do CO_2 (Figuras 31A e 31B), com tendência a maior liberação de CO_2 nos meses que ocorreram maior aporte de nutrientes. Bley Jr. (1999) cita que a aceleração da atividade microbiana nos solos tropicais, aumenta o consumo da matéria orgânica e as causas principais são o desmatamento e alterações no uso da terra que expõe o solo a irradiação solar e a altas temperaturas. Assim, é difícil manter altos níveis de matéria orgânica nos solos de clima tropical e subtropical, devido às altas temperaturas que induzem as altas taxas de decomposição (Silva e Pasqual, 1999).

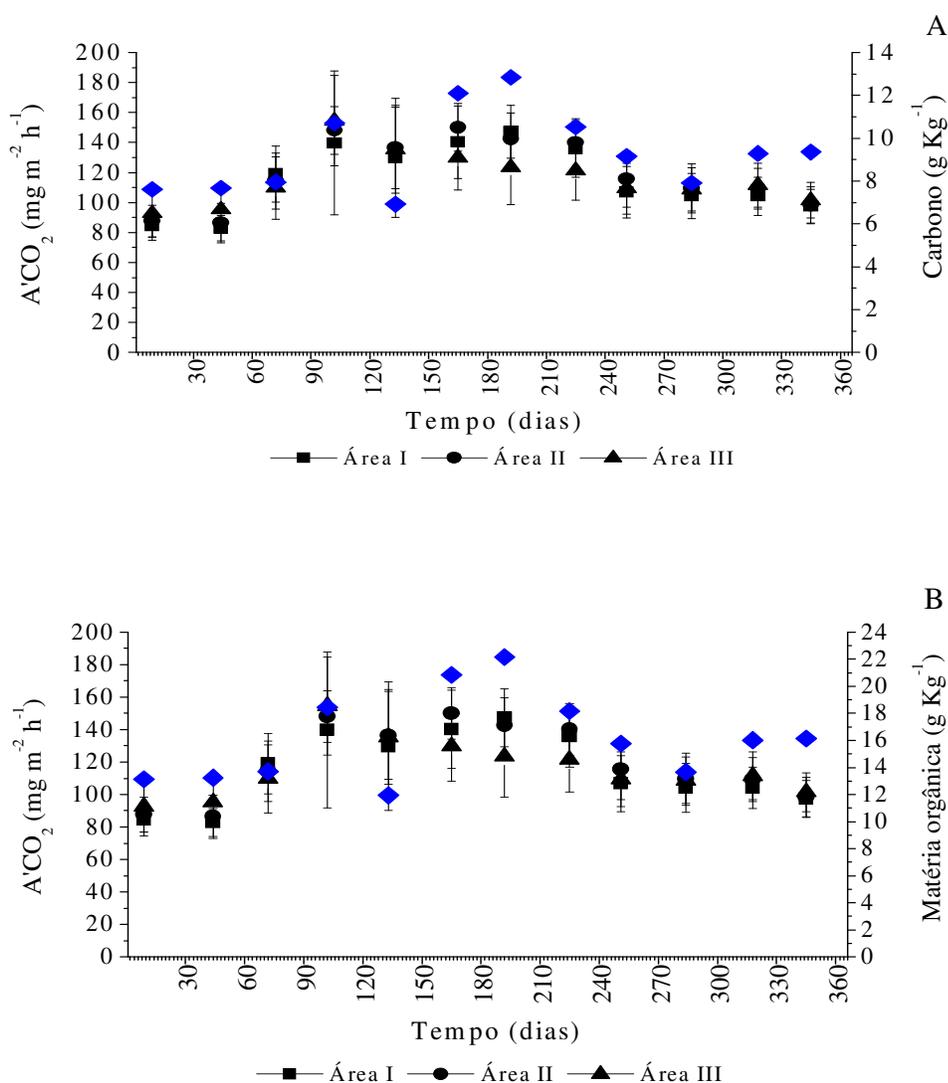


Figura 31. Evolução de CO_2 em função do tempo e em relação aos teores de C (g Kg^{-1}) (A) e MO (g Kg^{-1}) (B), nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, ano 2008. As barras verticais representam o desvio da média.

O aumento dos teores de C e MO nas áreas I e III pode ser atribuído às maiores quantidades de vegetação já existentes, conforme observado a partir do levantamento florístico e fitossociológico. No entanto, não se pode afirmar que os teores para a área I irão apresentar a mesma tendência nos anos posteriores, pois em pastos com alta lotação de ovinos, Garcia e Nahas (2007) observaram menor quantidade de vegetação e diminuição nas suas propriedades químicas e microbianas. Resultados semelhantes foram encontrados por Wright et al. (2004), que relataram redução do C e N orgânicos do solo em pasto com alta lotação de bovinos.

Foi possível observar o padrão de variação espacial da evolução de CO₂ do solo, C, MO e conteúdo de água do solo durante as estações seca e chuvosa (Figura 32).

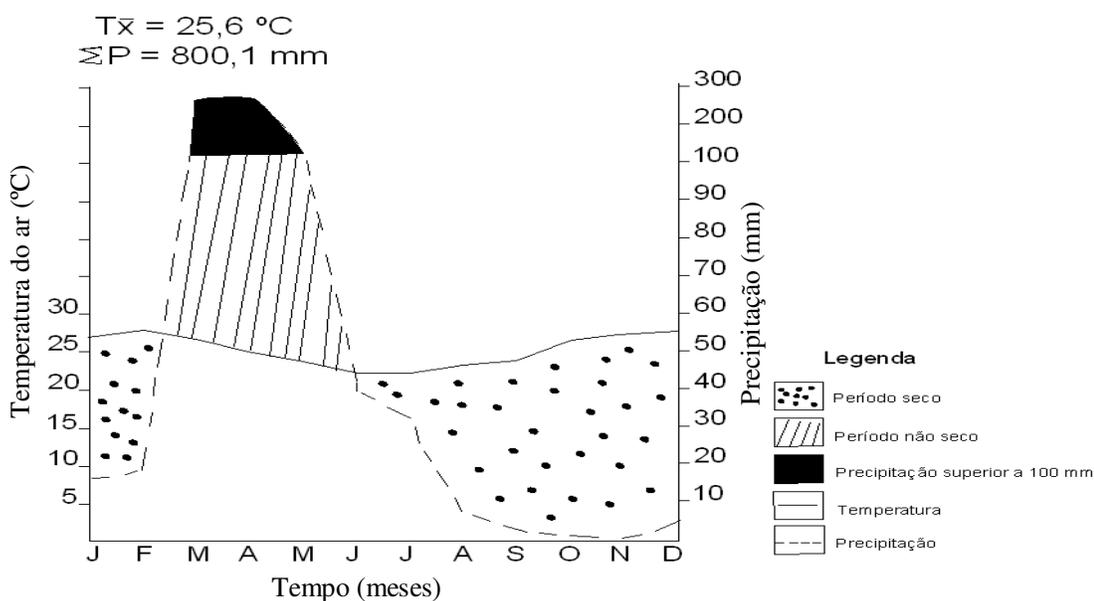


Figura 32. Diagrama ombrotérmico de São João do Cariri - PB, ano 2008.

A distribuição de C e MO foi variável dentro de cada tratamento, como podem ser visualizado nas curvas de nível, porém sua quantidade em relação à estação do ano, muda pouco (Figuras 33A a 33C e Figuras 34A a 34C). Entretanto, o conteúdo de água do solo (Figura 35A a 35B) e a produção de CO₂ (Figuras 36A a 36C e Figuras 37A a 37C) é mais variável no espaço e no tempo. Dentro da estação seca, é menos variável do que na estação chuvosa, o que sugere que a liberação de CO₂ tem uma forte relação com a quantidade de água do solo.

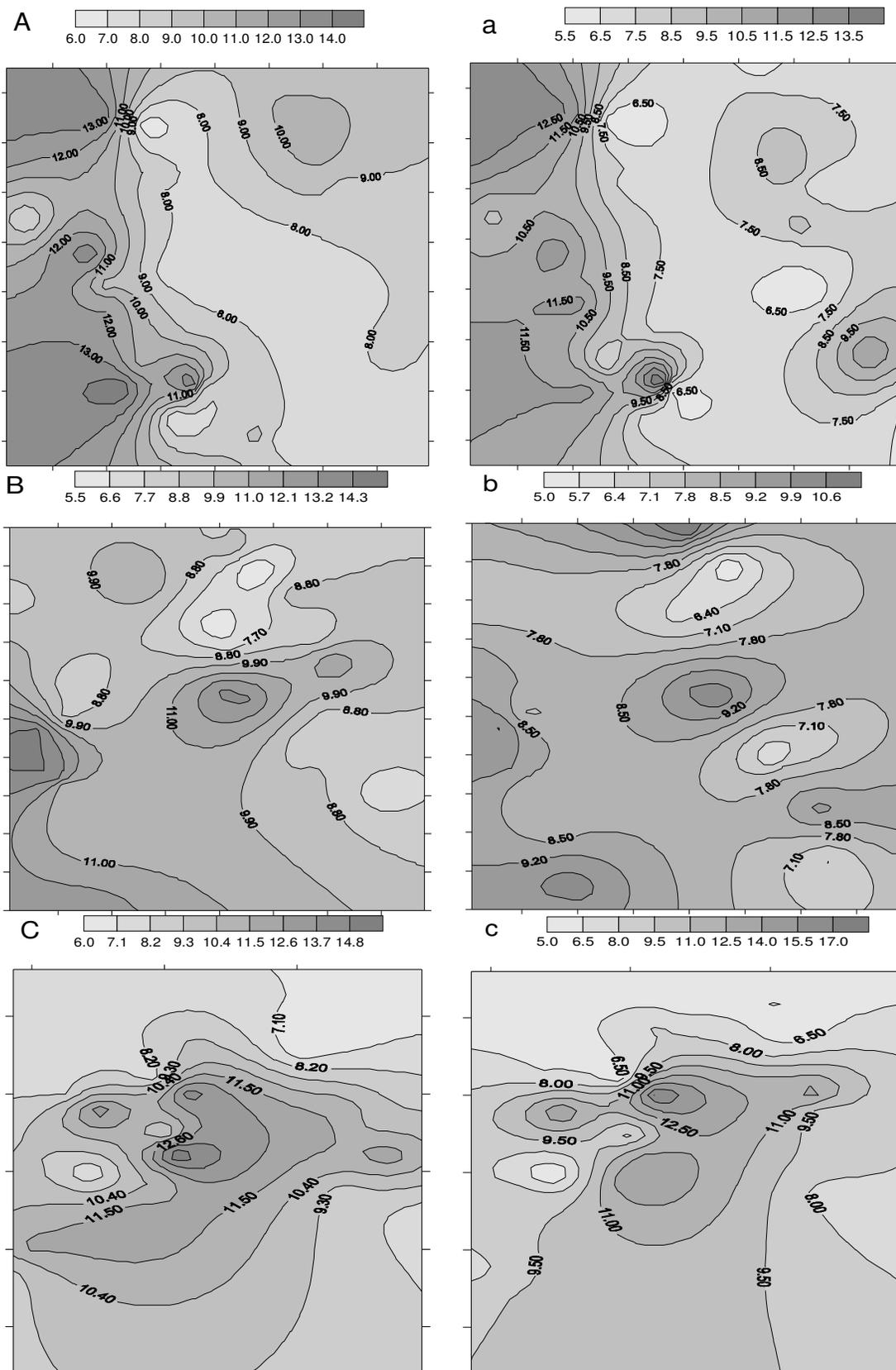


Figura 33. Distribuição espacial de C (g Kg^{-1}) nas áreas I (Aa), II (Bb) e III (Cc), em São João do Cariri - PB, ano 2008. Letras maiúsculas representam à estação seca (médias de nove meses) e letras minúsculas a estação chuvosa (média de três meses).

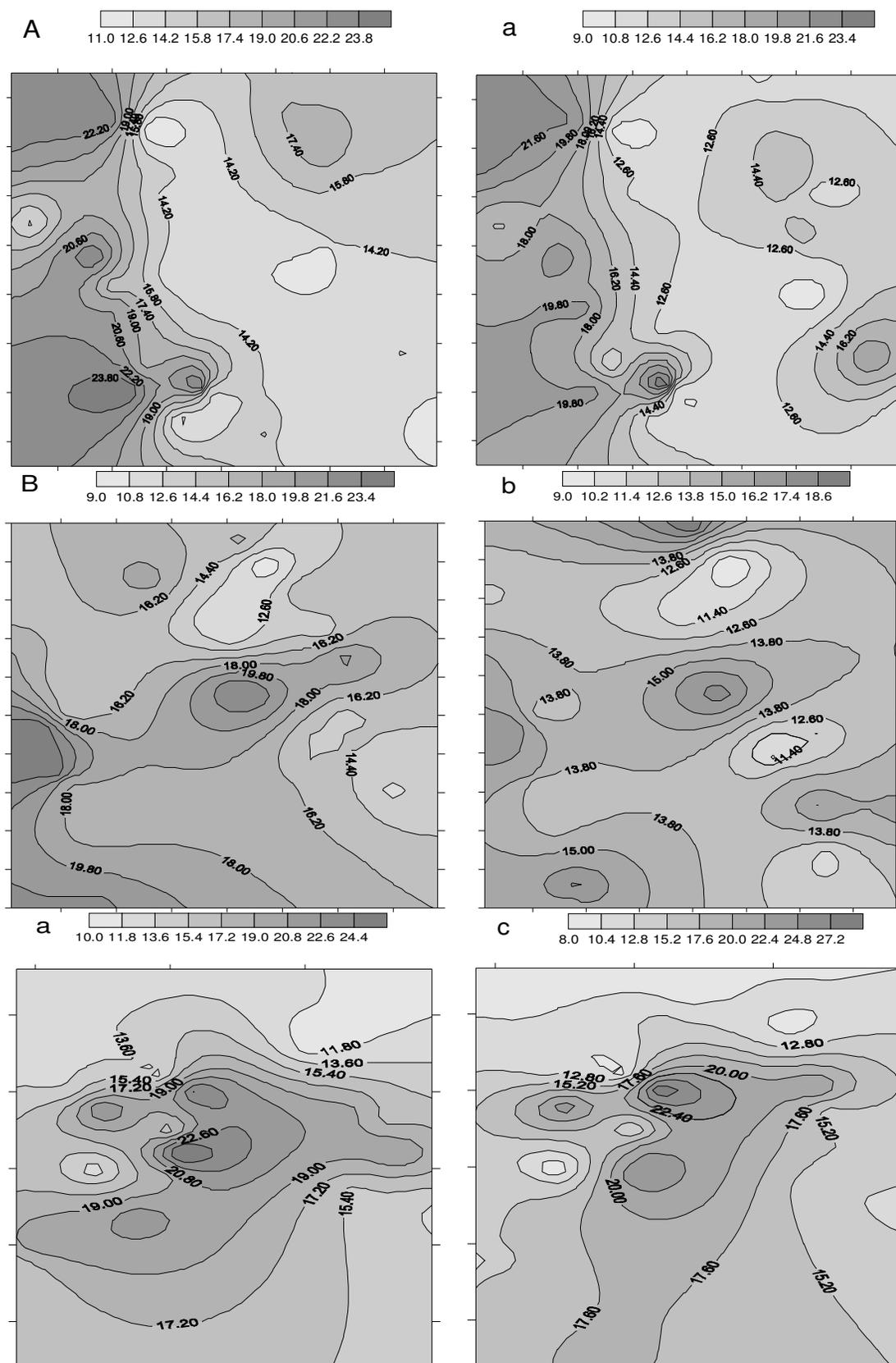


Figura 34. Distribuição espacial de MO (g Kg^{-1}) nas áreas I (Aa), II (Bb) e III (Cc), em São João do Cariri - PB, ano 2008. Letras maiúsculas representam à estação seca (médias de nove meses) e letras minúsculas a estação chuvosa (média de três meses).

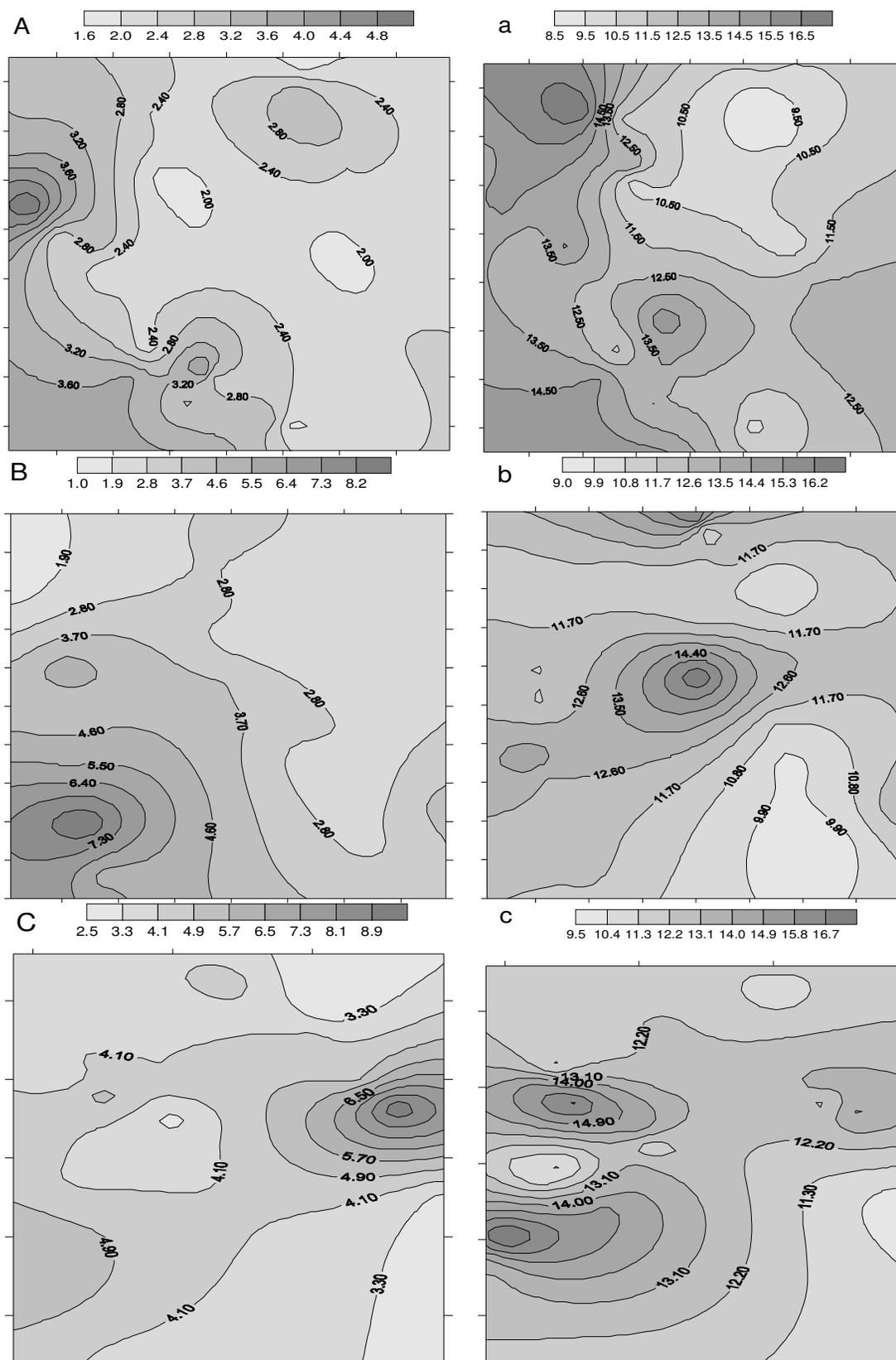


Figura 35. Distribuição espacial de conteúdo de água do solo (%) nas áreas I (Aa), II (Bb) e III (Cc), em São João do Cariri - PB, ano 2008. Letras maiúsculas representam à estação seca e letras minúsculas a estação chuvosa.

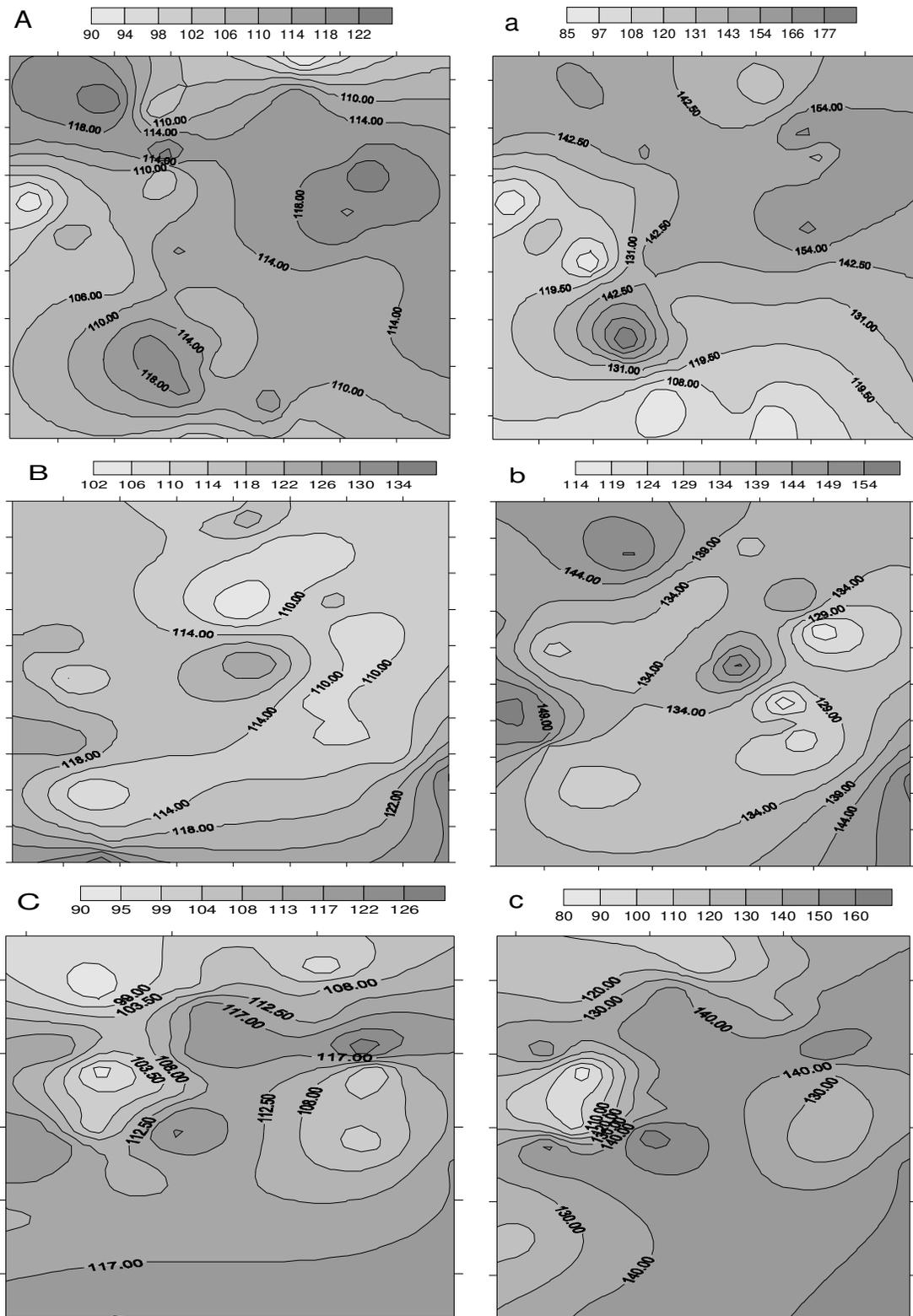


Figura 36. Distribuição espacial de CO_2 liberado no turno diurno, nas áreas I (Aa), II (Bb) e III (Cc), em São João do Cariri - PB, ano 2008. Letras maiúsculas representam à estação seca (médias de nove meses) e letras minúsculas a estação chuvosa (média de três meses).

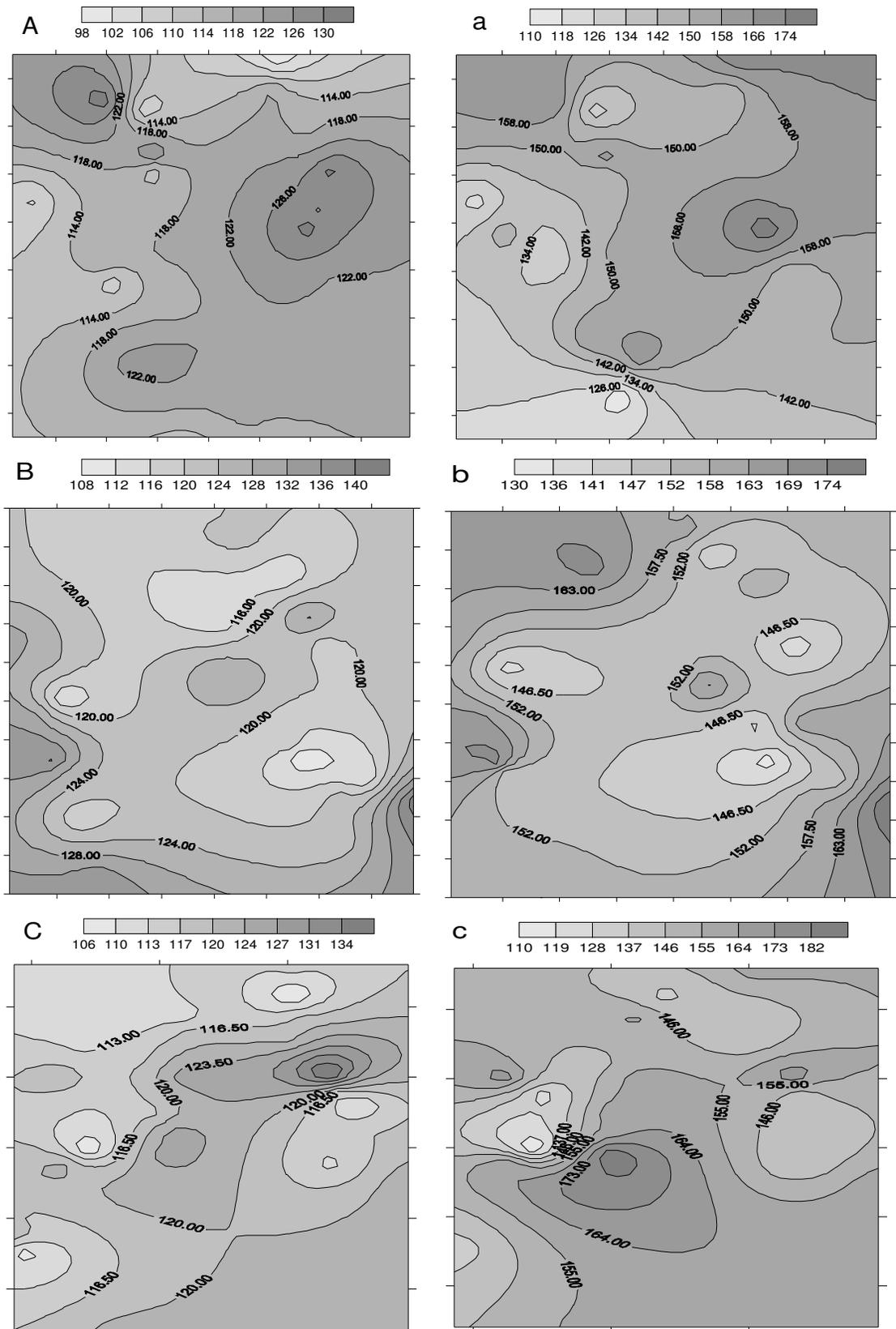


Figura 37. Distribuição espacial de CO₂ liberado no turno noturno, nas áreas I (A), II (B) e III (C), em São João do Cariri - PB, ano 2008. Letras maiúsculas representam à estação seca (médias de nove meses) e letras minúsculas a estação chuvosa (média de três meses).

O padrão de variação espacial das emissões de CO_2 entre os três tratamentos durante o turno diurno na estação seca (ES) e estação chuvosa (EC) apresentou variações. No entanto, os valores tenderam a serem mais elevados e mais variáveis na época chuvosa (março, abril e maio) em relação à época seca (janeiro, fevereiro, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro). De modo que, na área I a evolução variou entre (ES = 90 e 122 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$; EC = 85 e 177 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$). Na área II observou-se a mesma tendência, oscilando entre (ES = 102 e 134 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$; EC = 114 e 154 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$). Na área III (ES = 90 e 126 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$; EC = 80 e 160 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$) (Figuras 36A a 36C). Com relação ao período noturno, a tendência foi semelhante, apresentando-se mais elevado na época chuvosa quando comparado com a época seca. Nesse sentido, na área I a evolução variou entre (ES = 98 e 130 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$; EC = 110 e 174 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$). Na área II oscilou entre (ES = 108 e 140 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$; EC = 130 e 174 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$). Na área III (ES = 106 e 134 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$; EC = 110 e 182 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$) (Figuras 37A a 37C).

Constatou-se que embora não tenha havido diferença estatística entre os dois turnos avaliados, houve uma tendência de maior atividade microbiana resultando na liberação de CO_2 no período noturno para as três áreas estudadas (Figura 38). Maia (2002) verificou médias de produção de CO_2 significativamente maiores no período noturno (80,63 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$) em relação ao diurno (72,56 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$) em estudo realizado em caatinga, no semiárido da Paraíba. Informações semelhantes foram verificadas por Souto et al. (2004) que atribuíram o resultado às baixas temperaturas e maior conteúdo de água do solo.

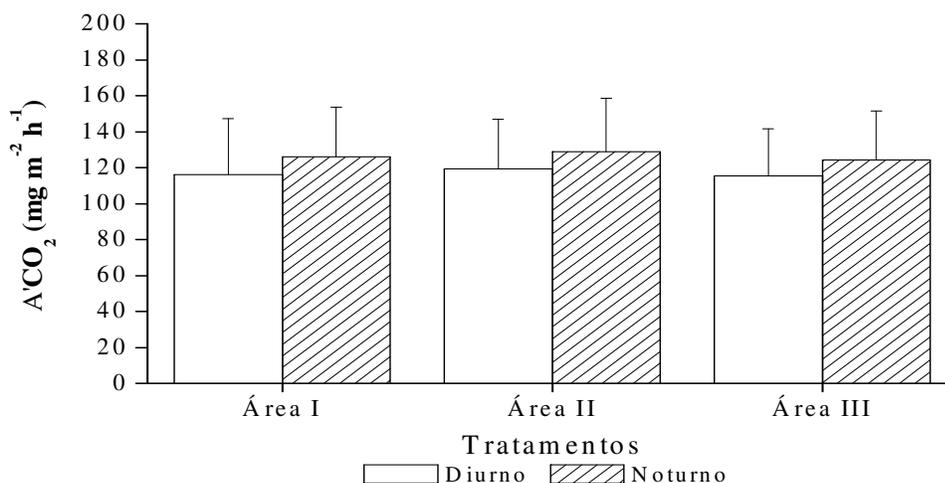


Figura 38. Evolução de CO_2 do solo durante os períodos diurno e noturno, nas áreas I, II e III, em São João do Cariri - PB, ano 2008.

4.4.1. Cinética de CO₂

Constatou-se que a taxa de CO₂, independente dos meses avaliados e dos tratamentos, apresentou variações em função das horas (Figura 39 e Tabelas 1B e 1C).

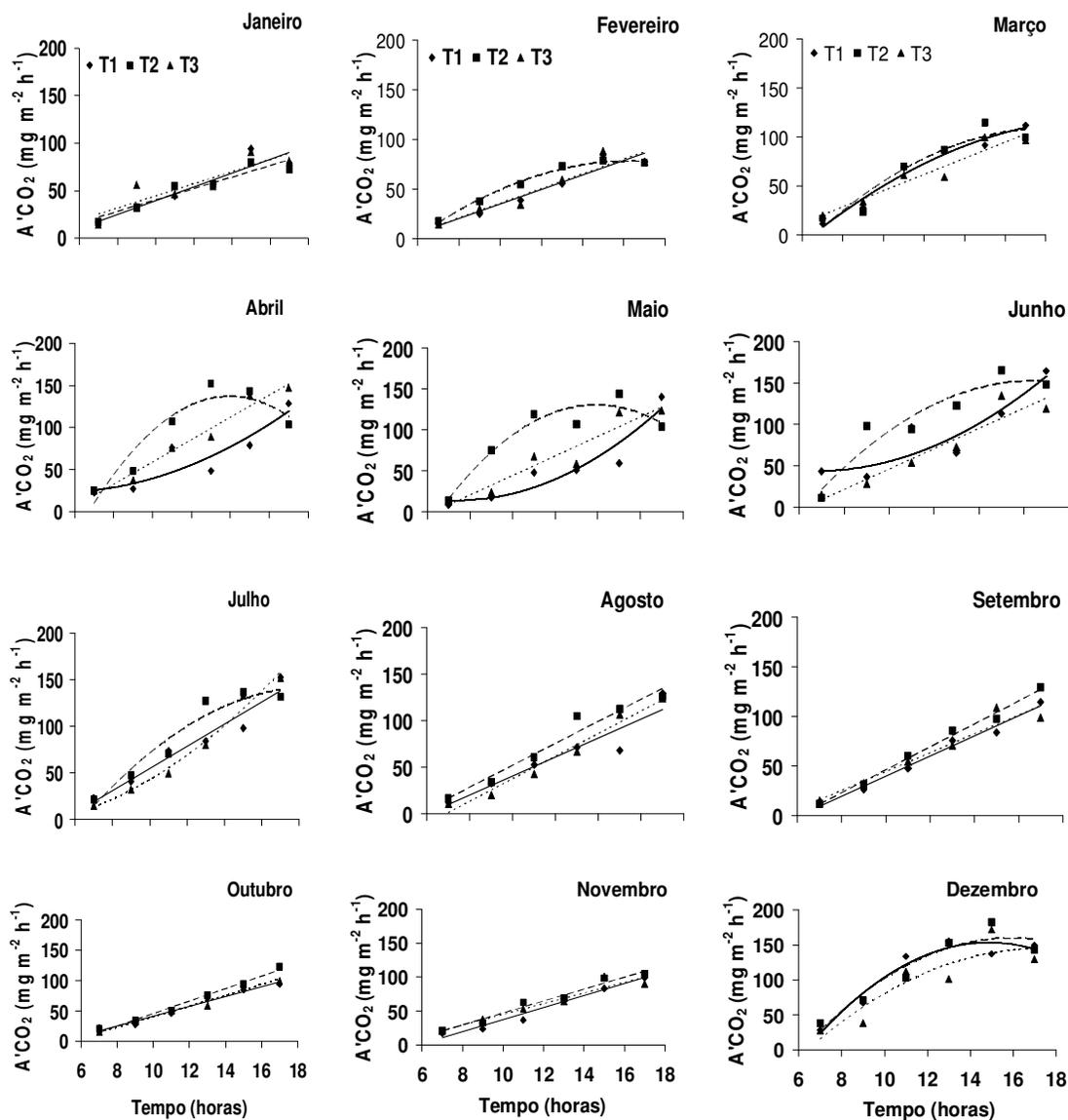


Figura 39. Evolução do CO₂ nas áreas I, II e III, no período de 12 horas, em São João do Cariri - PB, ano 2008.

No tratamento I observou-se que nos meses de janeiro, fevereiro, julho, agosto, setembro, outubro e novembro houve aumento linear de CO₂ ao longo do tempo, denotando que a atividade microbiana foi aumentando à medida em que as horas foram passando, com maior incremento às 17:00 h. No tratamento II a liberação de CO₂ aumentou de forma linear nos meses de janeiro, agosto, setembro, outubro e novembro,

aumentando o desprendimento com o decorrer das horas. Nos demais meses verificou-se uma tendência à redução no desprendimento de CO₂ a partir das 14:00 h, possivelmente decorrente da inibição da atividade microbiana. No tratamento III, com exceção de julho e dezembro, nos demais meses houve um efeito linear com desprendimento de CO₂ com o decorrer das horas de avaliação. Para o mês de julho e dezembro, apesar dos dados referentes à liberação de CO₂ ter se ajustado ao modelo de regressão polinomial quadrática, verificou-se que a máxima liberação ocorreu às 17:00 h.

Essas variações nas emissões de CO₂ decorreram de variações no conteúdo de água do solo e temperatura, com tendência a maiores perdas nos horários mais quentes. Esse fato ocorre devido à maioria dos microrganismos se adaptarem bem a temperaturas mais elevadas (Trevisan et al., 2002), característica peculiar da região semiárida. De acordo com Souto et al. (2009) há um indicativo de que os microrganismos aumentam sua atividade entre 40 e 45 °C na região semiárida e quando alcançam valores próximos aos 50 °C, há uma inibição da atividade microbiana e, conseqüentemente, menor produção de CO₂. Para Paul e Clark (1996), a menor atividade dos microrganismos resultando em decréscimos de CO₂ liberado em função de baixas temperaturas está, associada à adaptabilidade dos microrganismos a diferentes extremos de temperatura. Assim, a estabilização do CO₂ nas horas de temperaturas extremas, possivelmente tenha resultado de uma inibição da atividade microbiana, sendo uma resposta dos microrganismos às condições do ambiente.

Em outras regiões geográficas, como Eldorado do Sul - RS, Cattelan e Vidor (1990) mencionam haver uma tendência de estímulo da biomassa em épocas de boa disponibilidade hídrica e de temperaturas amenas. Nas épocas secas e de temperaturas altas, ou naquelas muito frias, o efeito é negativo. Bley Jr. (1999) em estudo realizado na região Sul do Brasil, cita que os microrganismos não resistem mais que algumas horas à temperatura acima de 40 °C. A morte ou a paralisação de sua atividade interrompe os ciclos de transformação de minerais em nutrientes para as plantas, com evidentes prejuízos às culturas. Assim, face à importância da temperatura nos diversos processos que ocorrem no solo, são necessários mais estudos em nível de semiárido brasileiro (Souto et al., 2009).

As Figuras 40A a 40D referem-se às médias das doze observações, referentes a evolução média horária do CO₂ em função da temperatura do ar (TA), do solo (TS), umidade relativa (UR) e nebulosidade. Observou-se que houve flutuações nas emissões de CO₂ nos diferentes horários para os três tratamentos, com menor atividade microbiana às 07:00 h com 19,53, 19,43 e 17,17 mg m⁻² h⁻¹, respectivamente, quando (TA = 21,2 °C; TS = 27 °C) foram reduzidos e (UR = 81,8%; nebulosidade = 7/10) foram elevados. As

maiores liberações de CO_2 foram constatadas às 17:00 h na área I ($123,06 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$), quando ($\text{TA} = 27,1 \text{ }^\circ\text{C}$; $\text{TS} = 34,1 \text{ }^\circ\text{C}$) foram elevados e ($\text{UR} = 55,6\%$; nebulosidade = $4/10$) foram reduzidos e às 15:00 h nas áreas II ($114,59 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) e III ($120,66 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) com ($\text{TA} = 29,2 \text{ }^\circ\text{C}$; $\text{TS} = 34,8 \text{ }^\circ\text{C}$) e ($\text{UR} = 49,4\%$; nebulosidade = $6/10$). Houve tendência de maiores perdas nos horários mais quentes e nos locais onde a penetração dos raios solares foi facilitada, nos locais de clareiras ou entre as ilhas vegetais, conforme ocorreu na área II. Nesse caso, a ausência de cobertura do solo ao permitir a incidência direta de raios solares, aumenta a temperatura do solo, intensificando a atividade microbiana, demonstrada pelo aumento da emissão de CO_2 do solo para a atmosfera (Costa et al., 2008). Assim, pequenas alterações na MOS que é muito sensível a temperatura, aceleram os seus processos de mineralização e resultam na liberação de CO_2 para a atmosfera elevando a concentração dos gases do efeito estufa e, conseqüentemente, contribuindo para o aquecimento global (Jenkinson et al., 1991; Lisboa et al., 2006).

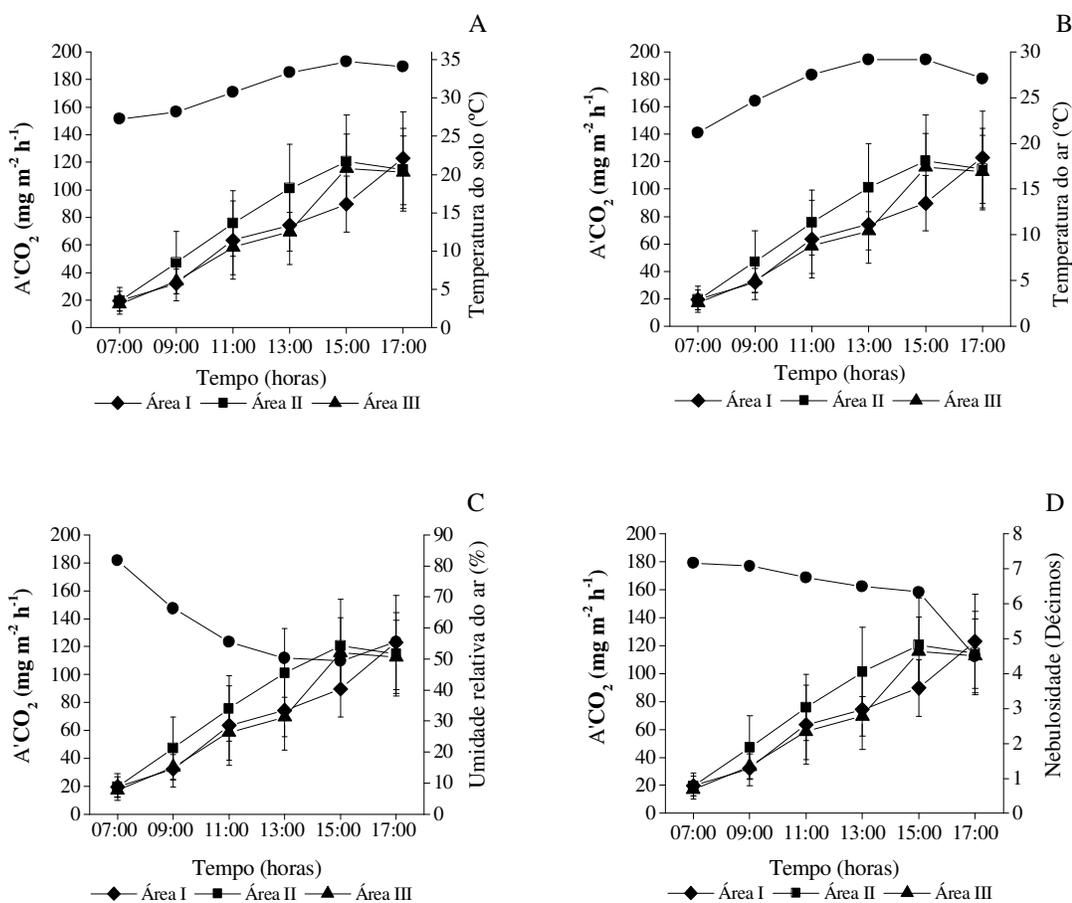


Figura 40. Evolução média horária de CO_2 em função do tempo e da temperatura do ar (A), temperatura do solo (B), umidade relativa (C) e nebulosidade (D), nas áreas I, II e III, das 07:00 às 17:00 h, em São João do Cariri - PB, ano 2008. As barras verticais representam o desvio da média.

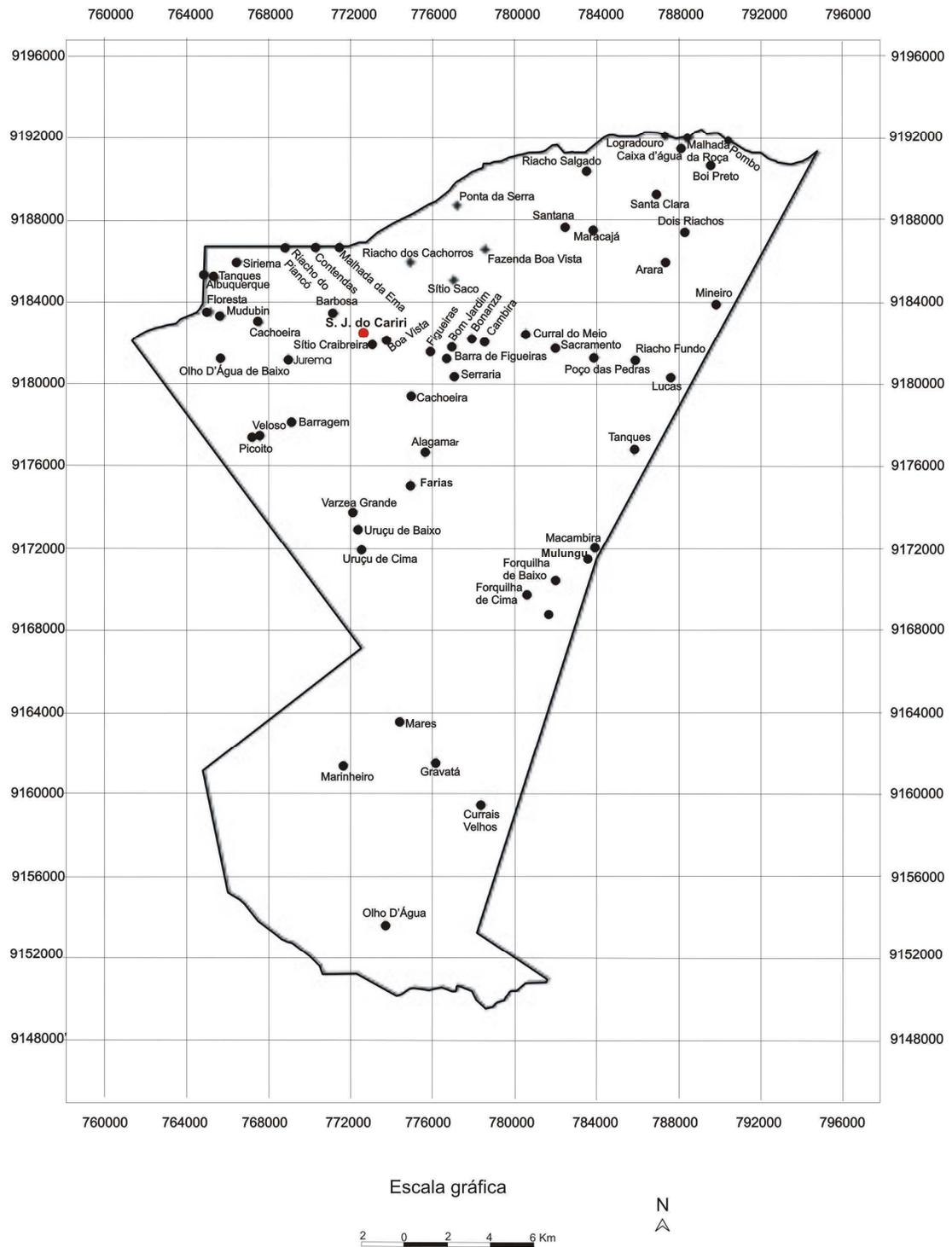
4.5. Análise de aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri - PB

Foram aplicados 355 questionários aos proprietários de 60 propriedades rurais de São João do Cariri - PB, com o intuito de se ter informações de caráter social, econômico e ambiental, bem como informações sobre a convivência com a seca. Para aplicação dos questionários buscou-se seguir a mesma área de cobertura dos nove Agentes Comunitários de Saúde. O nome das localidades, inseridas no mapa, foi designado de acordo com a nomenclatura utilizada pela Secretária de Saúde do município (Tabela 16 e Figura 41).

Tabela 16. Número de questionários aplicados à população rural de São João do Cariri - PB

Agentes Comunitários de Saúde	Nº de residências por região	(n) Questionários aplicados	Propriedades Rurais
I	81	44	Curral do Meio, Poço das Pedras, Cambira e Sacramento
II	90	47	Marinheiro, Mares, Gravatá, Currais Velhos, Forquilha de Baixo, Forquilha de Cima, Macambira e Mulungu
III	90	47	Lucas, Tanques, Riacho Fundo e Poço das Pedras
IV	53	34	Uruçu de Cima, Uruçu de Baixo, Picoito e Veloso
V	150	59	Pombo, Caixa D'Água, Logradouro, Boi Preto e Malhada da Roça
VI	33	25	Cachoeira, Figueiras, Barra de Figueiras, Serraria, Riacho dos Cachorros, Saco, Barragem, Fazenda Boa Vista, Ponta da Serra, Bom Jardim, Bonanza, Boa Vista, Alagamar, Olho D'Água e Craibeira
VII	58	36	Jurema, Olho D'Água de Baixo, Floresta, Tanques, Albuquerque, Cachoeira, Siriema, Riacho do Piancó, Contendas, Malhada da Ema, Barbosa e Mudubin
VIII	44	30	Santana, Maracajá, Arara, Dois Riachos, Riacho Salgado, Mineiro e Santa Clara
IX	50	33	Uruçu de Baixo, Várzea Grande, Alagamar e Farias

Localização dos sítios pesquisados Município de São João do Cariri



Fonte: Mapa Municipal Estatístico do IBGE, 2000, Datum SAD 69.
Dados da pesquisa de campo com base na nomenclatura dos Agentes Comunitários de Saúde,
do município de São João do Cariri, PB.

Figura 41. Mapa de localização dos sítios onde foram aplicados os questionários de coleta de dados, com base na área de cobertura dos Agentes Comunitários de Saúde, de São João do Cariri - PB.

4.5.1. Aspectos sociais

4.5.1.1. Situação escolar

Analisando-se a situação escolar dos proprietários rurais do município de São João do Cariri - PB, constatou-se que 88,80% são alfabetizados (Figura 42A), sendo que 59,38% possuem um grau de escolaridade baixo (1º grau incompleto) (Figura 42B). Vale ressaltar que 10,64% dos proprietários rurais ainda são analfabetos (Figura 42A). Esse número é inferior ao encontrado por Sousa (2007) no município de Cabaceiras - PB, que constatou que 39,68% dos produtores são analfabetos. Nesse sentido, pode-se constatar que o nível de escolaridade da população rural ainda encontra-se deficitário, o que dificulta a compreensão do manejo sustentável.

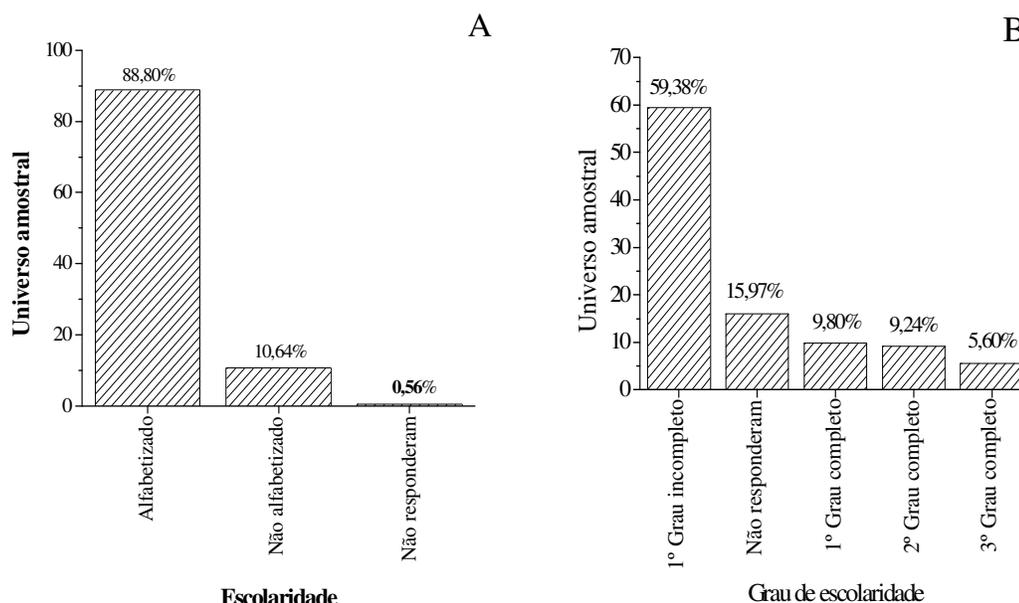


Figura 42. Escolaridade (A) e grau de escolaridade (B) dos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.

4.5.1.2. Fonte de renda familiar

Em relação à renda familiar, observou-se que 29,69% dos proprietários rurais vivem com dignidade com um salário mínimo e menos de um salário mínimo (25,77%) (Figura 43A), cuja fonte de renda principal é agricultura (19,89%), aposentadoria (15,41%), trabalho assalariado (5,32%), renda enviada por parente (0,56%), pecuária (0,28%) e (1,40%) sobrevive de outra fonte, como bolsa família (Figura 43B).

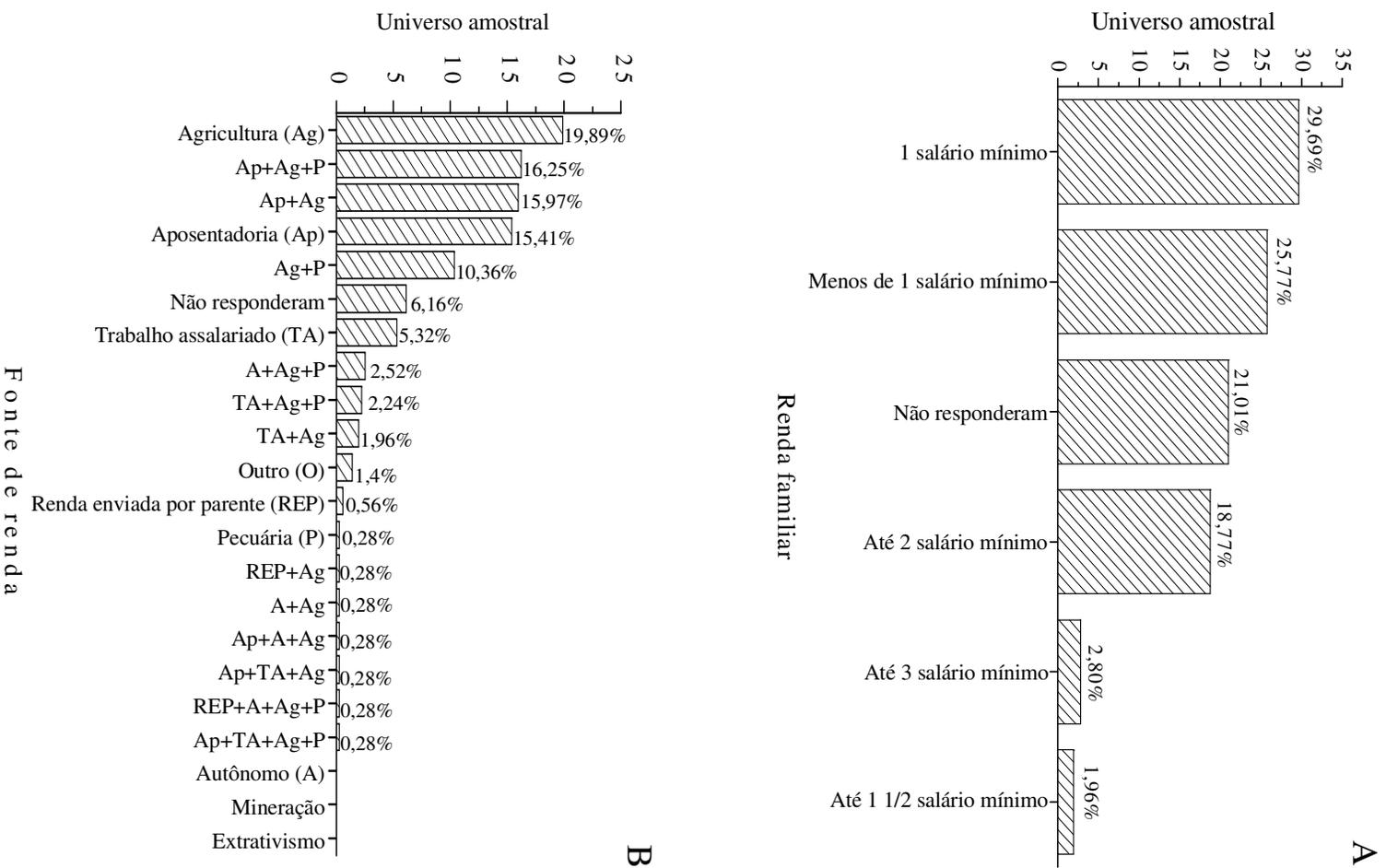


Figura 43. Renda familiar (A) e fonte de renda (B) dos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.

No entanto, a grande maioria dos proprietários utiliza mais de uma fonte de renda para poder se manter. Nesse sentido, 16,25% se sustentam de aposentadoria-agricultura-pecuária ou de aposentadoria-agricultura (15,97%), assim como, agricultura-pecuária (10,36%), dentre outros, mostrando o esforço e o dinamismo dos proprietários para assegurar sua renda mensal (Figura 43B). Pode-se observar que a população pesquisada é profundamente dependente de fontes de renda múltipla, o que acaba por impor uma baixa produção com caráter de subsistência, dificultando a busca pela melhoria do nível de escolaridade e, conseqüentemente da informação.

4.5.1.3. Recursos econômicos

Na maioria das propriedades rurais constatou-se que 40,1% dos proprietários dispõem de energia elétrica, água encanada, sanitário residencial, fogão a gás, geladeira e antena parabólica. No entanto, 21,90% não possuem água encanada, 9,50% além da água encanada não possuem sanitário na casa e 8,40% não possuem sanitário em suas casas (Figura 44).

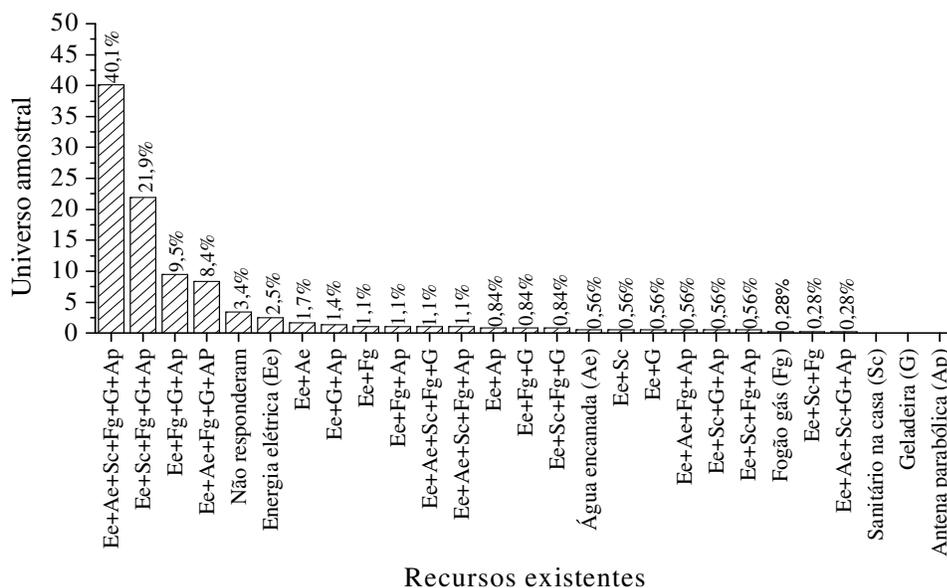


Figura 44. Recursos existentes nas propriedades rurais de São João do Cariri - PB.

De modo geral, observou-se que a maioria dos moradores reside em casas de alvenaria, em condições melhores quando comparados a outros moradores da zona rural

dos municípios da Bacia do rio Sucuru (Amparo, Ouro Velho, Prata, Sumé, Coxixola e Serra Branca) verificados por Alencar (2008), que mediante os trabalhos de reconhecimentos de campo, observou que muitas famílias vivem em estado de pobreza absoluta, com moradias precárias (casas de taipa em mau estado de conservação), sem infra-estrutura adequada, sem água de boa qualidade. E por meio do diagnóstico socioeconômico, constatou que mais de 50% da população rural consomem água não potável, não possuem fossa séptica e fazem a eliminação do lixo livremente, agravando a degradação ambiental. No município de Cabaceiras - PB, Sousa (2007) também constatou esses problemas de infra-estrutura, sendo que 49,21% das famílias consomem água não potável e que apesar da maioria das famílias rurais enterrar e/ou queimar o lixo, um percentual elevado ainda o elimina livremente a céu aberto, nos pátios das casas.

4.5.1.4. Abastecimento de água

O semiárido tem períodos de seca prolongada, em decorrência da alta variabilidade da precipitação. Constatou-se que em algumas casas 51,00% dos proprietários rurais armazenam água das chuvas em cisternas (Figura 45A) e 16,25% tem como fonte principal de água o poço amazonas, mas também utilizam outras fontes (15,41%) como água do rio Taperoá, poço artesiano, caixa d'água, cacimba, barreiro, riacho e carro pipa e 13,17% utilizam açude ou poço tubular (8,12%) (Figura 45B). Observou-se também a existência de alguns reservatórios que garantem o abastecimento de água durante todo o ano (Figuras 46A e 46B).

Com relação à forma de abastecimento domiciliar, foi constatado pelas informações levantadas que o modo mais frequente é abastecimento próprio, ou seja, por meio de água encanada (24,70%) mediante bombas instaladas nos açudes ou rios e nas cisternas das casas, sendo que 12,90% usam carroça para pegar água nas fontes, 9,00% vão pegar água em latas, 8,70% são abastecidos por meio de carro pipa e 6,72% abastecem seus domicílios utilizando as três opções lata-animais-carroças (Figura 45C). Ressalta-se que as cisternas de algumas casas e escolas da região são abastecidas por meio de carro pipa e mediante utilização de bombas transferem a água para as torneiras (Figura 47).

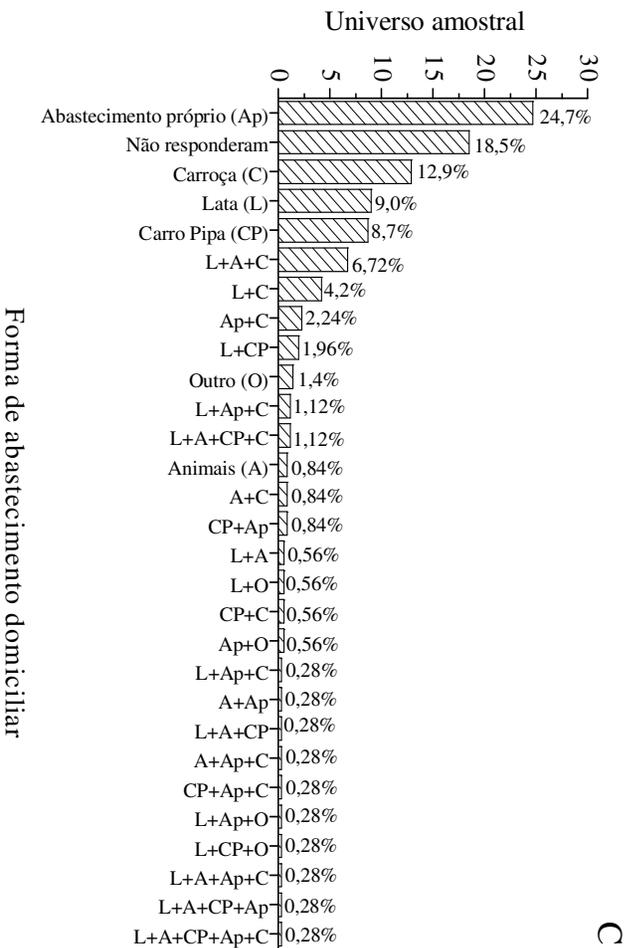
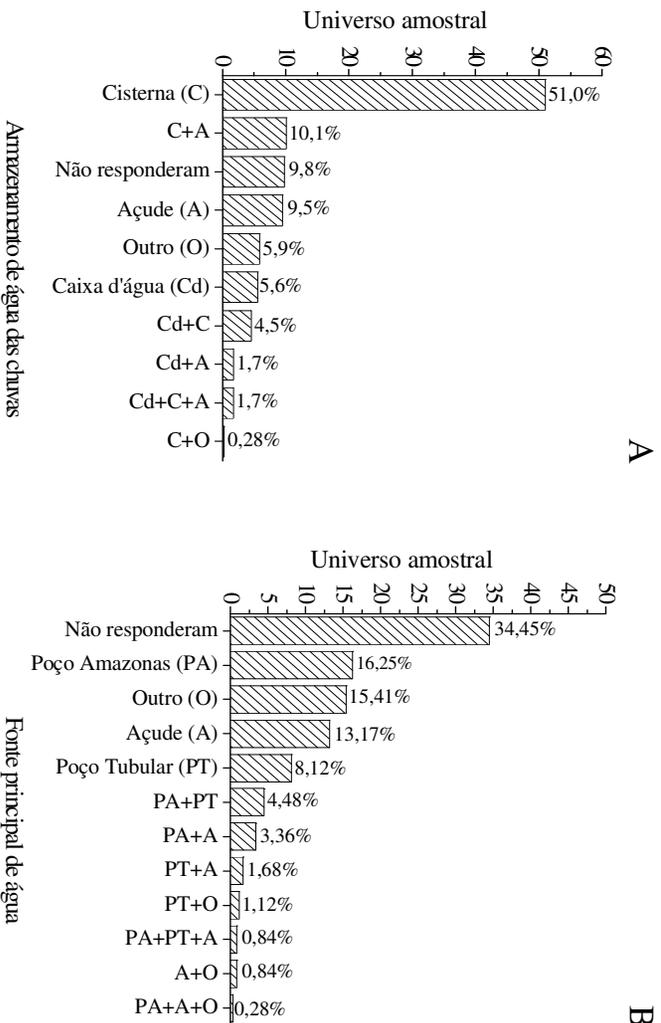


Figura 45. Armazenamento de água das chuvas (A), fonte principal de água (B) e forma de abastecimento domiciliar (C) dos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.



Figura 46. Açudes verificados no Sítio Mares (A) e no Sítio Cachoeira (B), em São João do Cariri - PB.



Figura 47. Abastecimento de água em escola municipal por meio de carro pipa no Sítio Uruçu, em São João do Cariri - PB.

Vale mencionar que no Sítio Uruçu está sendo desenvolvido o projeto Água: fonte de alimento e renda uma tentativa sustentável para o semiárido, patrocinado pela Petrobras - Programa Petrobras Ambiental/edição 2006. O projeto foi idealizado pela Fundação Centro de Referência em Tecnologias Inovadoras (Certi/Florianópolis), Laboratórios de Biotecnologia Alimentar e de Hidroponia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). As entidades envolvidas instalaram um dessalinizador para tornar potável a água salobra e o rejeito dessa dessalinização é utilizado na criação de tilápias, cultivo de microalgas (*Spirulina* - para fabricação de medicamentos) e de culturas hidropônicas, como: tomate, alface, pimentão e pimenta, proporcionando uma alternativa de geração de trabalho e renda para a população

(Figuras 48A a 48D). Nesta localidade ainda foi verificada a existência de associações comunitárias e de forrageiras comunitárias.

Vale destacar que a região semiárida possui um grande potencial, fazendo-se necessário a realização de estudos mais aprofundados sobre este ecossistema com suas diversidades de modo a oferecer ao homem que vive nesta região uma possibilidade de explorar a riqueza da caatinga, em harmonia com o meio ambiente.

Foi constatado que a população da zona rural tem procurado fazer o aproveitamento e armazenamento da água de forma adequada, pelo menos para a dessedentação humana, sendo que alguns já desenvolvem projetos produtivos e fazem uso da irrigação. Nos períodos de elevada precipitação, acumulam água suficiente em seus reservatórios para esta atividade.

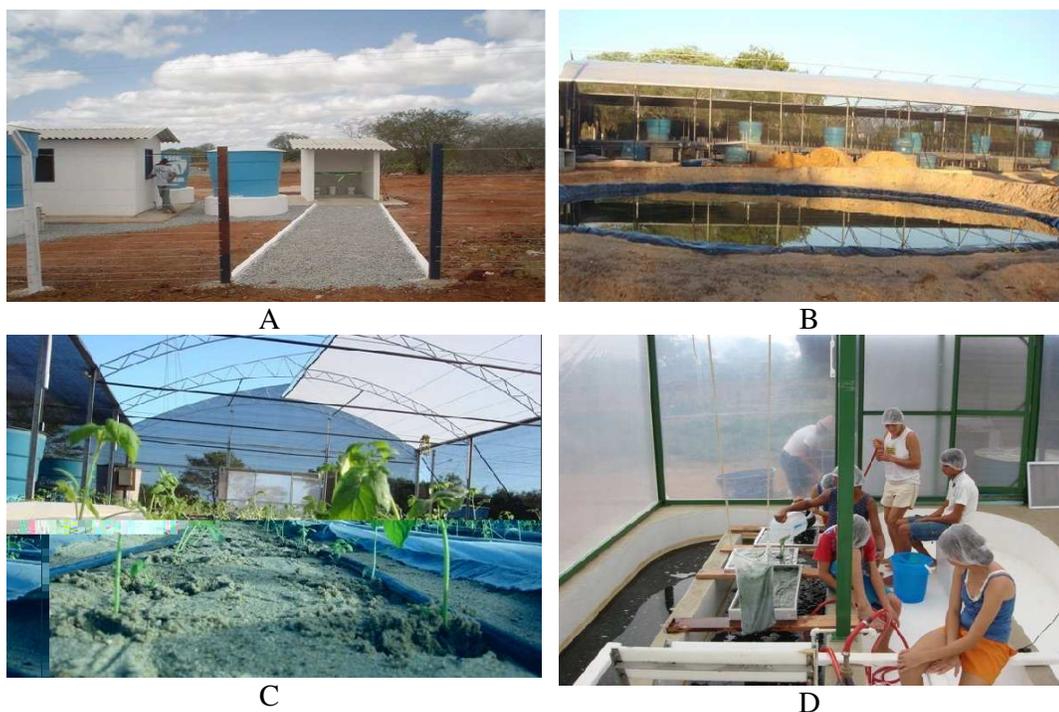


Foto: fontedagua.certi.org.br

Figura 48. Processo de dessalinização (A), cultivo de tilápias através da aquaponia (B), cultivo de culturas hidropônicas (C), cultivo de spirulina (D), no Sítio Uruçu, em São João do Cariri - PB.

4.5.2. Aspectos econômicos

4.5.2.1. Produção agrícola

Observou-se que a produção agrícola restringe-se na maior parte das propriedades rurais à produção de culturas tradicionais como milho e feijão (42,58%), para consumo familiar (Figura 49), embora em algumas propriedades rurais tenha sido observada a técnica da irrigação e cultivo nas áreas de várzea de frutíferas, hortaliças ou capim para as criações, ultrapassando os níveis de subsistência (Figuras 50A a 50C). Alencar (2008) também observou os mesmos tipos de cultivos (milho e feijão) pelos proprietários dos municípios da Bacia do rio Sucuru (Amparo, Ouro Velho, Prata, Sumé, Coxixola e Serra Branca).

Para Andrade et al. (2006) uma alternativa para o semiárido seria que as plantas forrageiras da caatinga como maniçoba, lã de seda, feijão bravo, dentre outras sejam cultivadas como lavouras xerófilas regular, como qualquer cultura tradicional, onde se possam empregar todas as práticas de manejo do solo e da cultura. O cultivo da Palma é um bom exemplo dessa prática. A caatinga possui uma gama de espécies forrageiras, sendo parte caducifólia e anual, que podem ser cultivadas para o consumo animal. O cultivo de espécies já adaptadas às condições do semiárido certamente tem menor risco de perda da produção decorrentes das flutuações sazonais do clima do que as culturas tradicionais (milho e feijão).

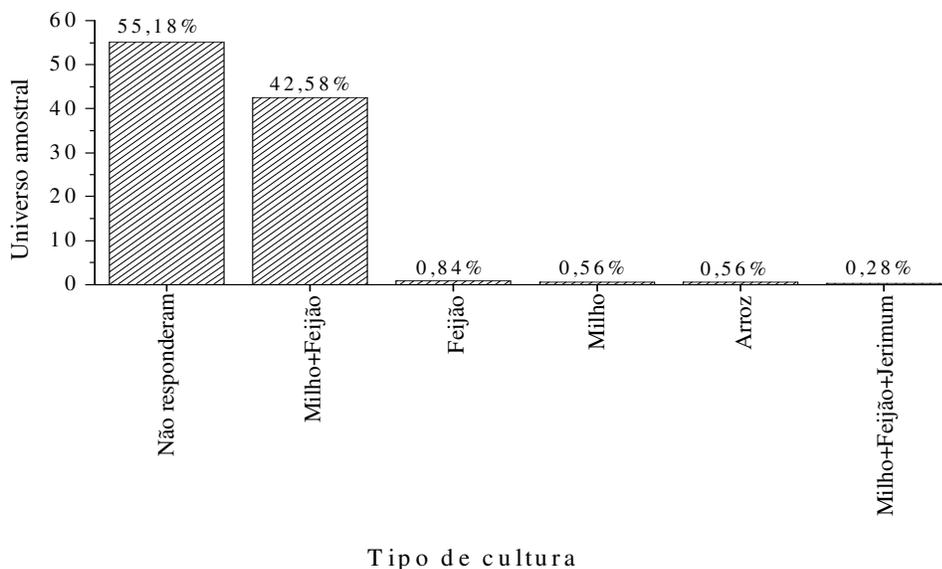


Figura 49. Tipos de cultura produzida pelos proprietários rurais, em São João do Cariri - PB.

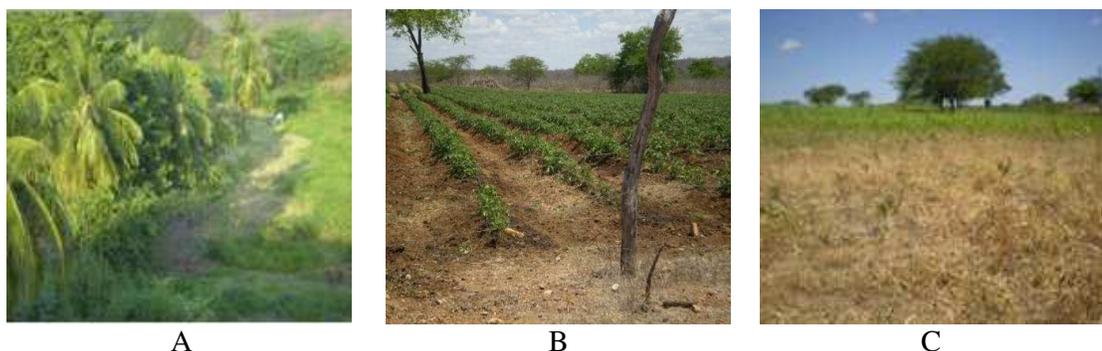


Figura 50. Plantio de frutíferas no Sítio Cachoeira (A), plantio de tomate no Sítio Arara (B), plantio de capim no Sítio Mares (C), em São João do Cariri - PB.

Mesmo com certa incipiência, os produtores rurais têm, de forma lenta, buscado alternativas econômicas, considerando que Sousa (2007) realizou um levantamento socioeconômico ambiental nos municípios paraibanos de Boa Vista, São João do Cariri e Cabaceiras, verificando-se que a maioria dos produtores rurais não recebe assistência técnica dos órgãos competentes e não utiliza práticas para conservar os recursos naturais, o que compromete a sustentabilidade das terras, acelerando o processo de degradação. O autor ainda afirma que o uso de adubação para repor os micro e macronutrientes é pouco praticado, exceto no município de Boa Vista, onde mais de 60% das famílias rurais fazem uso da adubação orgânica. No entanto, constatou-se um valor expressivo (48,18%) apontando para os proprietários que fazem uso de esterco caprino nos roçados e 15,97% utilizam nas capineiras (Figura 51).

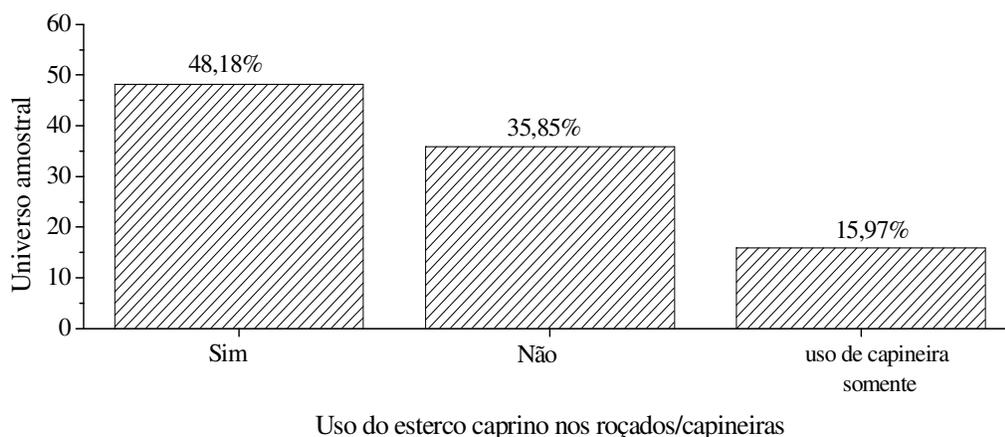


Figura 51. Uso de esterco caprino nos roçados ou capineiras pelos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.

4.5.2.2. Produção pecuária

Com relação à produção pecuária, foi observado que a maioria dos proprietários rurais do município de São João do Cariri - PB, tem uma produção pecuária reduzida, com rebanhos pequenos que variam de uma a 220 cabeças, com uma média de aproximadamente 23 animais, distribuídos entre bovinos, ovinos e caprinos, os quais são criados soltos na caatinga na maioria das propriedades rurais, com dimensões oscilando entre 1 a 1.030 ha, cuja média é de 46,9 ha. A densidade varia de praticamente 0 a 22 animais por hectare, resultando numa densidade média de 1 a 2 animais/ha, superior à densidade encontrada por Leal et al. (2003) que variou entre 0,77 e 0,55 caprinos por hectare na região semiárida de Xingó, localizada entre os estados de Alagoas, Bahia e Sergipe. De acordo com Quadros (2004), em geral, a utilização de pastagens naturais, principalmente a caatinga, para criação de caprinos e ovinos, apresenta capacidade de suporte de (1 ovelha/ha). Araújo Filho et al. (2002) citam que em pastejo contínuo em caatinga raleada, a taxa de lotação para ovinos da raça Morada Nova de 0,6 cab/ha/ano, deve ser a recomendada para a caatinga raleada no sertão cearense. Sendo que a taxa de lotação pode ser afetada pela estação do ano, pelo ano e pela época de parição.

Leal et al. (2003) consideram as altas taxas de lotação de caprinos como um fator de empobrecimento e redução no porte da vegetação da caatinga em níveis que podem levar a desertificação quando associados a outras formas de pressão antrópica. Nesse sentido, a compreensão da interferência do animal no ecossistema da caatinga precisa ser mais bem compreendida, uma vez que a pecuária é considerada uma das principais causas da degradação da caatinga e não são poucos os estudos que buscam uma melhor utilização do suporte forrageiro oferecido por esse ecossistema. Daí ser primordial que a exploração desse suporte forrageiro seja de forma compatível com o potencial de recuperação da vegetação (Andrade et al., 2006). Vale mencionar que a taxa de lotação média verificada na zona rural do município de São João do Cariri - PB foi inferior à utilizada na área I (3,1 cab/ha) da unidade experimental.

O predomínio de rebanhos por criadores no município de São João do Cariri - PB, é de: bovinos (22,10%), ovino (7,00%) e caprino (3,60%). No entanto, a maioria dos produtores rurais cria ovino-bovino (18,20%) e caprino-ovino-bovino (17,70%) (Figura 52A). Do mesmo modo, analisando-se os tipos de rebanhos, constatou-se que o maior número de cabeças por rebanho foi de bovino (23,91%), ovino (7,49%), caprino (5,46%). No entanto, para as associações foi constatado um valor expressivo para caprino-ovino-bovino (27,03%) superior a de ovino-bovino (14,98%) (Figura 52B). Os dados foram

semelhantes aos encontrados por Alencar (2004) nos municípios de Amparo e Ouro Velho, ao verificar que 77% das famílias rurais destes municípios têm criação de bovinos, sendo esta de forma extensiva e que constitui o principal rebanho explorado. No entanto, divergiram quanto ao número de caprinos (52,70%) que foram superiores ao de ovinos (41,90%). A autora menciona que os caprinos vêm sendo utilizados de forma crescente pelos produtores destes municípios, isso devido ao porte desses animais e hábito alimentar diferentes do rebanho bovino. Em São João do Cariri - PB, foi observada a mesma tendência, contudo, alguns criadores alegaram que o alto custo para a construção de cercas é o fator que mais limita a criação de caprinos em suas propriedades, havendo maior preferência por bovinos e ovinos. Embora afirmem que os rebanhos caprinos e ovinos são adaptados às condições naturais da região, uma vez que conseguem manter-se unicamente da caatinga, ao passo que os bovinos além de utilizarem das espécies da caatinga, recebem algum tipo de suporte alimentar, sobretudo na estação seca.

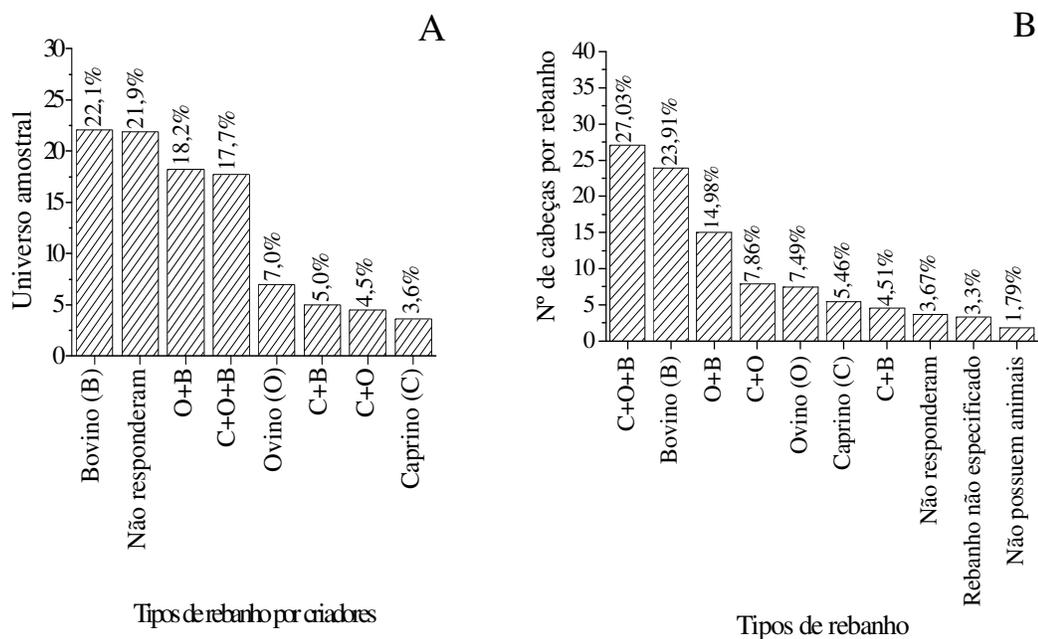


Figura 52. Tipos de rebanho por criadores (A), tipos de rebanho (B), em São João do Cariri - PB.

Constatou-se que 39,22% dos proprietários possuem rebanhos de tamanho inferior a 25 cabeças, 9,24% com rebanhos entre 26-50 cabeças e 8,12% acima de 50 cabeças (Figura 53A). Com relação ao sistema de manejo dos animais, a grande maioria dos proprietários (60,50%), utiliza o manejo adotando o sistema de vacinação-vermifugação, um cuidado fundamental em toda criação, seguido de 14,85% que realizam em seus rebanhos o controle zootécnico-vacinação-vermifugação e 1,12% dos proprietários realizam apenas a vermifugação em seus animais (Figura 53B).

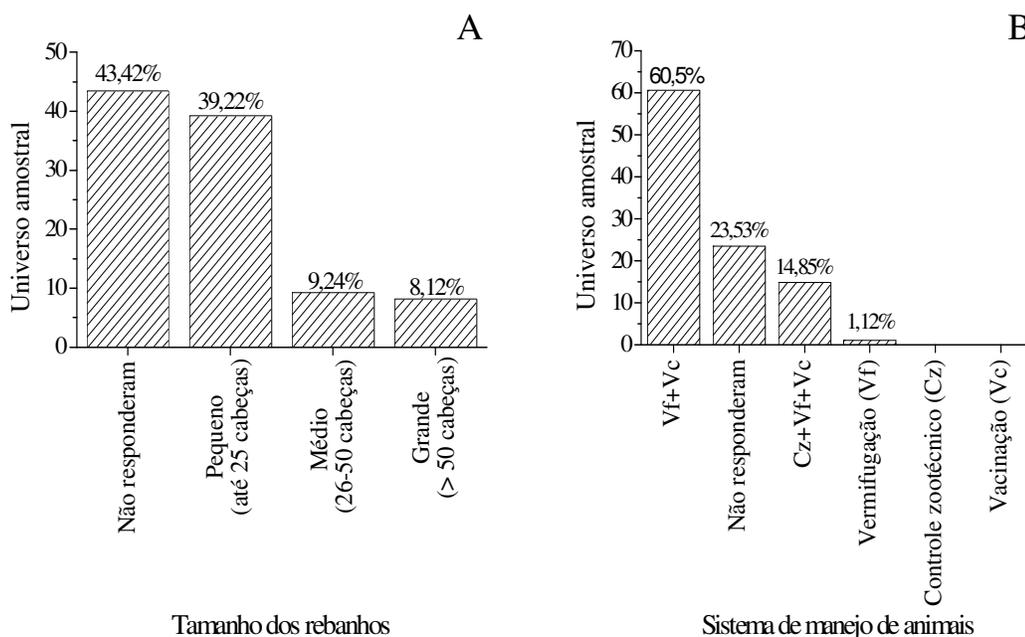


Figura 53. Tamanho dos rebanhos (A) e sistema de manejo de animais (B) pelos proprietários rurais, em São João do Cariri - PB.

A grande maioria dos caprinos e ovinos é do tipo SRD - Sem Raça Definida. Para os caprinos foram observadas algumas raças como Moxotó e Outros (Boer, Pardo Alemão, Saanen) que totalizaram 1,12%, as demais raças Canindé, Anglo-Nubiano (0,28%) e as associações de Anglo-Nubiano/Outro, Canidé/Outro e Anglo-Nubiano/SRD/Outro, também foi de 0,28% (Figuras 54A e Figura 55A). Já com relação aos ovinos verificou-se que as raças que surgiram foram Santa Inês (3,92%), Morada Nova (1,96%) e Dorper (0,28), as associações Morada Nova/SRD (0,28%) e Santa Inês/SRD, totalizaram 0,84% (Figura 54B e Figura 55B). Foi ainda observada, à criação de bovino com valor expressivo de 62,18% (Figura 54C e Figura 55C).

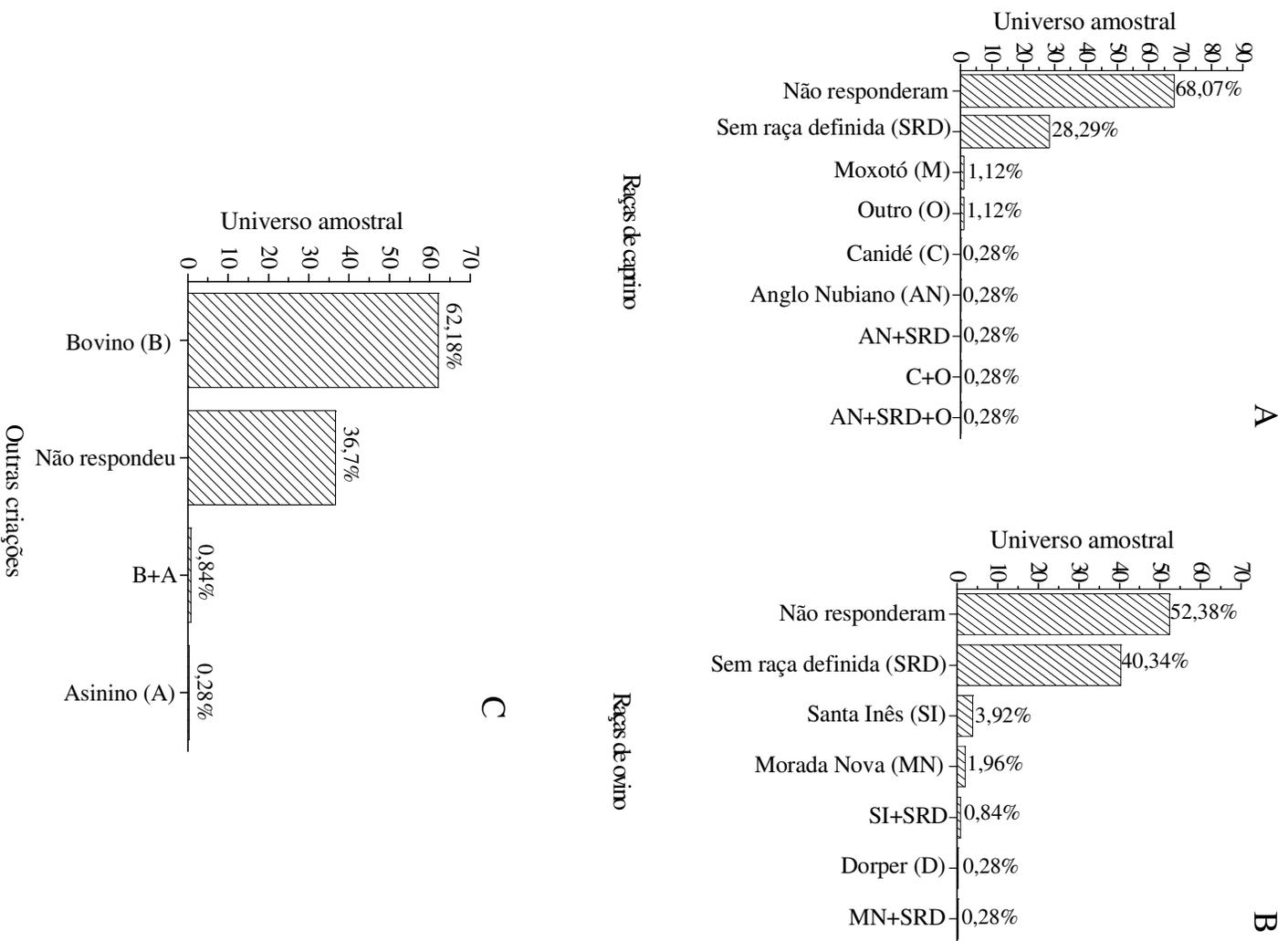


Figura 54. Raças de caprino (A), raças de ovino (B) e outras criações (C), pelos proprietários rurais em São João do Cariri - PB.

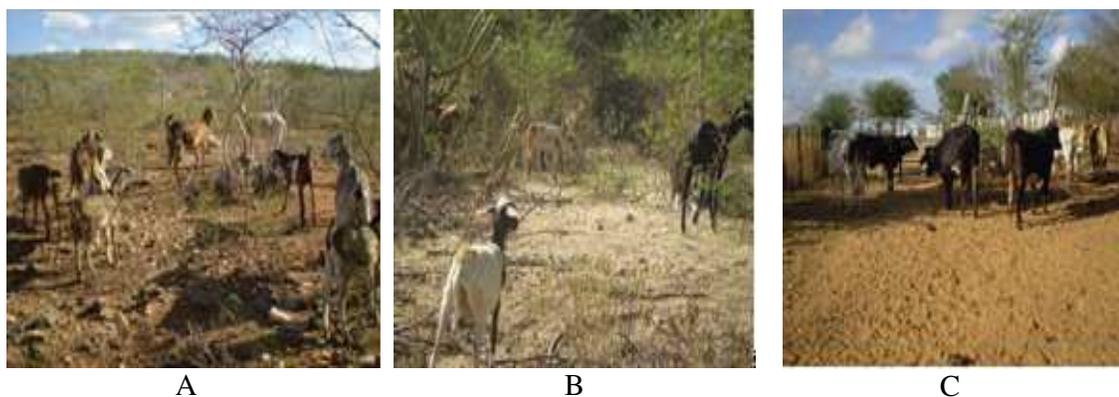


Figura 55. Criação de caprino no Sítio Craibeira (A), de ovino no Sítio Mulungu (B) e bovino no Sítio Cachoeira (C), em São João do Cariri - PB.

4.5.3. Exploração da caatinga

4.5.3.1. Utilização da caatinga

A caatinga é ainda vista como fornecedora de recursos, contudo sem a preocupação de que este recurso é algo que se esgota com o consumo não contabilizado, uma vez que se constatou que 31,75% dos proprietários rurais utilizam a caatinga como fonte de lenha para uso doméstico, seguido de uso para cerca (25,74%) (Figura 56). Teles (2005) em estudo sobre uso de lenha como fonte de energia no município de São João do Cariri – PB, verificou a presença de fogão à lenha em 76% das residências da zona rural e de 18% na zona urbana, significando que 76% das residências da zona rural usam lenha como combustível e 79% destas a utiliza de seis a sete dias por semana. De modo que o uso de lenha como matriz energética pelas residências das zonas rural e urbana se dá com maior frequência naquelas com mais de quatro moradores e chamou a atenção para o fato do carvão não se configurar como uma fonte de combustível muito frequente no setor residencial de São João do Cariri - PB, tanto na zona urbana como na rural. A autora cita que a lenha de espécies vegetais tem sido utilizada como fonte de energia térmica tanto nas indústrias como nas residências da área que se realizou o estudo. Este recurso como qualquer outro, quando submetido a uma utilização acelerada e constante, pode vir a tornar-se escasso, comprometendo os processos produtivos envolvidos. Os dados também estão de acordo com Sousa (2007), em estudo realizado nos municípios paraibanos de Boa Vista, Cabaceiras e São João do Cariri, ao observar que além da lenha ser utilizada nas atividades industriais (panificação, cerâmico, dentre outros), a madeira é retirada para cercas na forma de mourões, estacas e varas.

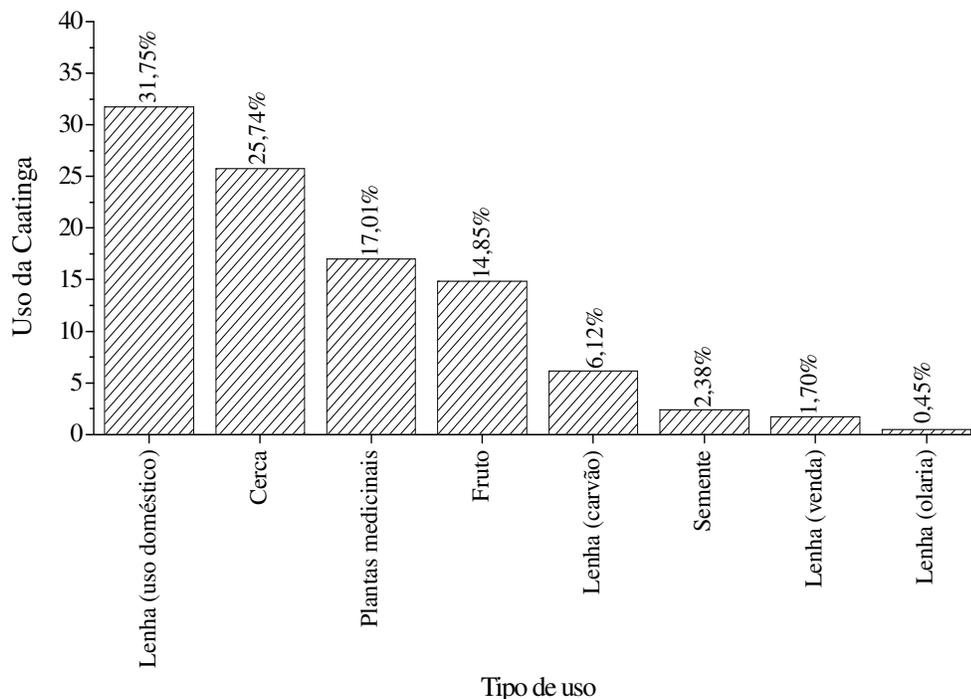


Figura 56. Utilização da caatinga pelos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.

Foi ainda observado na Figura 56 que os proprietários rurais utilizam as plantas da caatinga para fins medicinais (17,01%), as mais citadas foram Cumaru (*Amburana cearensis*), Faveleira (*Cnidocolus phyllacanthus*), Aroeira (*Myracrodruon urundeuval*), Quixabeira (*Bumelia sarturum*), Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*), Marmeleiro (*Croton sonderianus*), Faxeiro (*Pilosocereus pachycladus*) e Mororó (*Bauhinia cheilantha*). Parte dessas espécies são exploradas de forma extrativista pela população local, sem qualquer técnica de cultivo. Essa forma de exploração tem levado a uma rápida diminuição das populações naturais dessas espécies vegetais, que estão ameaçadas de extinção (Drumond, 2000).

Constatou-se um valor expressivo de 14,85% de utilização do fruto do Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), sendo consumido em grande quantidade pelos caprinos, relatados pela população rural da região estudada (Figura 56). Leal et al. (2003) citam que espécies com frutos suculentos constituem um grupo susceptível à ação dos caprinos como o umbuzeiro. No entanto, após a ingestão, os animais regurgitam e evacuam as sementes intactas nos estábulos, onde jamais as sementes darão origem a novos adultos. De outro modo sementes com testas pouco resistentes devem ser totalmente trituradas durante a

mastigação dos caprinos. Ainda segundo o autor, estudos em outros ecossistemas têm relatado mudanças na abundância de populações, na riqueza e diversidade de espécies, na estrutura física de comunidades vegetais e na capacidade de regeneração da vegetação em decorrência da herbivoria por caprinos. Dessa forma, a orientação aos proprietários rurais no sentido da criação de reservas ambientais como Reserva Particular do Patrimônio Nacional (RPPN), nas propriedades rurais, minimizaria os riscos de extinção dessas espécies endêmicas da caatinga.

Vale ressaltar que apesar dos baixos valores percentuais encontrados de uso da lenha para venda (1,70%) e olaria (0,45%) não representar quantitativamente um valor expressivo (Figura 56), isto é, embora poucos produtores adotem essa prática, essa tem sido uma importante fonte de degradação da vegetação dessa região, visto que a retirada da lenha na maioria das vezes é feita em grande quantidade e/ou escala.

4.5.3.2. Uso da caatinga

Observou-se que 78,99% dos proprietários rurais fazem uso da caatinga (Figura 57A), com ênfase na associação do plantio de palma e queima de espécies cactáceas (36,97%), seguido do plantio de palma (22,70%) (Figura 57B e Figuras 58A a 58C). Observou-se ainda que apenas 1,96% dos proprietários utilizam a técnica do raleamento/rebaixamento da vegetação da caatinga, com o intuito de aumentar a produtividade do estrato herbáceo e o acesso dos caprinos ao estrato arbustivo-arbóreo da vegetação, mas em conjunto com plantio de palma e queima de espécies cactáceas. Leal et al. (2003) citam que estas técnicas podem ampliar os prováveis efeitos negativos causados pelos caprinos sobre populações e comunidades vegetais, bem como sobre processos no nível de ecossistema e desta forma, comprometer os relevantes serviços ambientais prestados por esta biota.

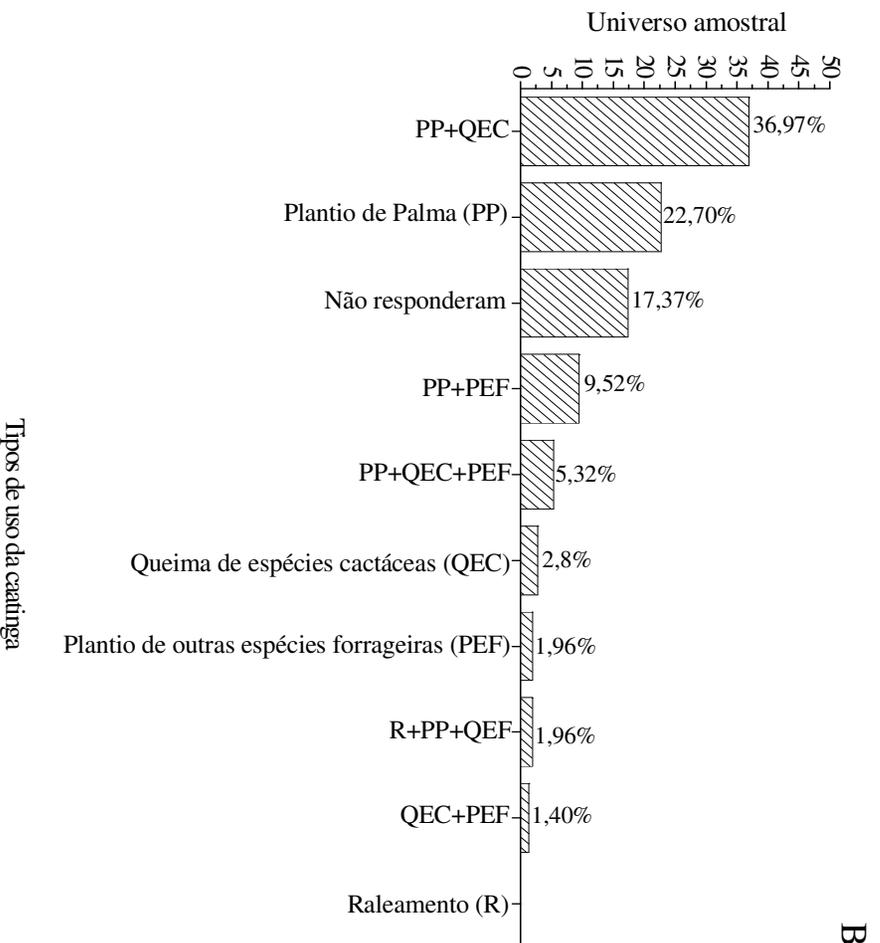
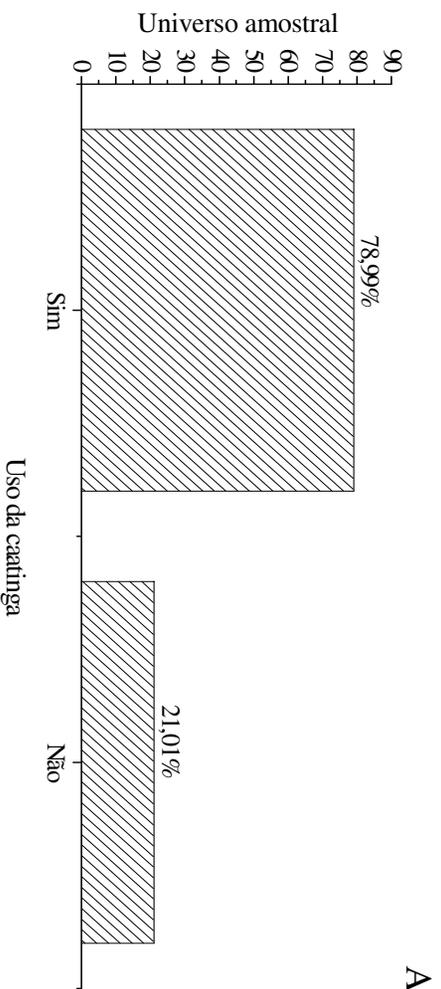


Figura 57. Uso da catinga (A) e tipos de uso da catinga (B) pelos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.



A
B
Figura 58. Plantio de Palma no Sítio Macambira (A) e no Sítio Mulungu (B), em São João do Cariri - PB.

4.5.3.3. Espécies vegetais da caatinga de maior utilização animal

De acordo com as informações dos proprietários rurais a frequência das quatro espécies vegetais da caatinga de maior utilização para uso animal é o *Pilosocereus gounellei* - Xique-xique (17,88%), seguido da *Opuntia palmadora* - Palmatória (15,61%), *Cereus jamacaru* - Mandacaru (9,70%) e *Manihot glaziovii* - Maniçoba (6,26%) (Figura 59). Em estudo realizado por Leal et al. (2003) na região semiárida de Xingó, localizada entre os estados de Alagoas, Bahia e Sergipe, constataram que das 53 espécies de plantas listadas e apresentadas aos proprietários de caprinos, as espécies *Zizyphus joazeiro* (Juazeiro), *Opuntia palmadora* (Palmatória) e *Sideroxylon obtusifolium* (Quixabeira) apresentaram o maior número de registros, sendo indicadas pelos 32 entrevistados.

Observou-se “in loco” na área experimental que os caprinos consumiram *Pilosocereus gounellei* (Xique-xique), *Caesalpinia pyramidalis* (Catingueira), *Croton sonderianus* (Marmeleiro), *Melocactus* sp. (Coroa de Frade), *Aristida* spp. (Panasco), além de cascas de troncos de árvores (Figura 60A a 60D). Dados semelhantes foram encontrados por Lima Júnior (2006) ao verificar que a frequência das forrageiras mais consumidas pelos caprinos moxotó na vegetação da caatinga, foram *Aristida adscensionis* - Panasco (37,04%), *Sida linifolia* - Malva (27,16%), *Caesalpinia pyramidalis* - Catingueira (12,35%), variado (8,64%), *Croton sonderianus* - Marmeleiro (6,17%), *Lotus* (4,94%), *Aspidosperma pyriforme* - Pereiro (2,47%) e Tronco (1,23%), em estudo realizado no município de São João do Cariri - PB.

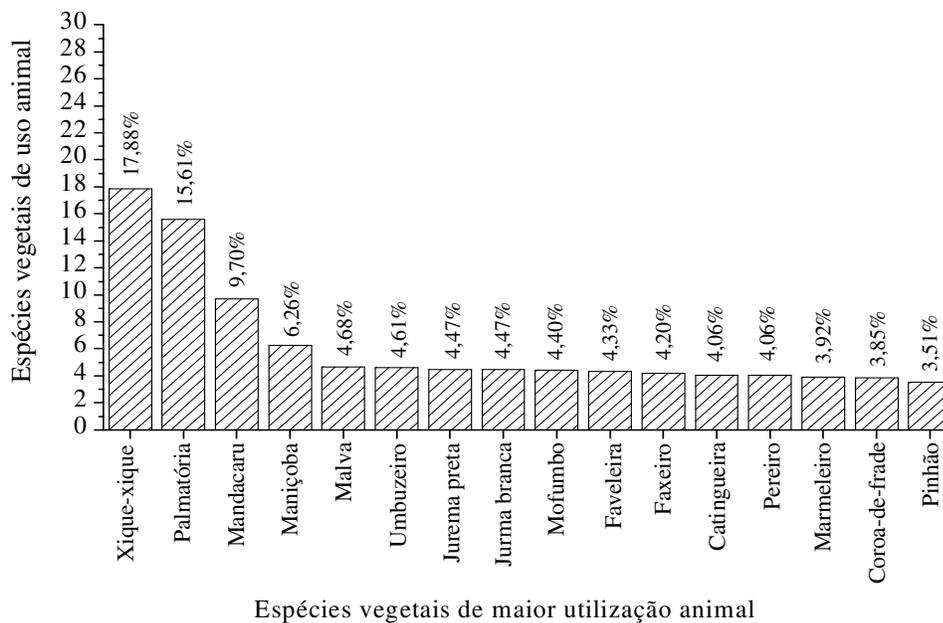


Figura 59. Espécies vegetais de maior utilização animal pelos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.

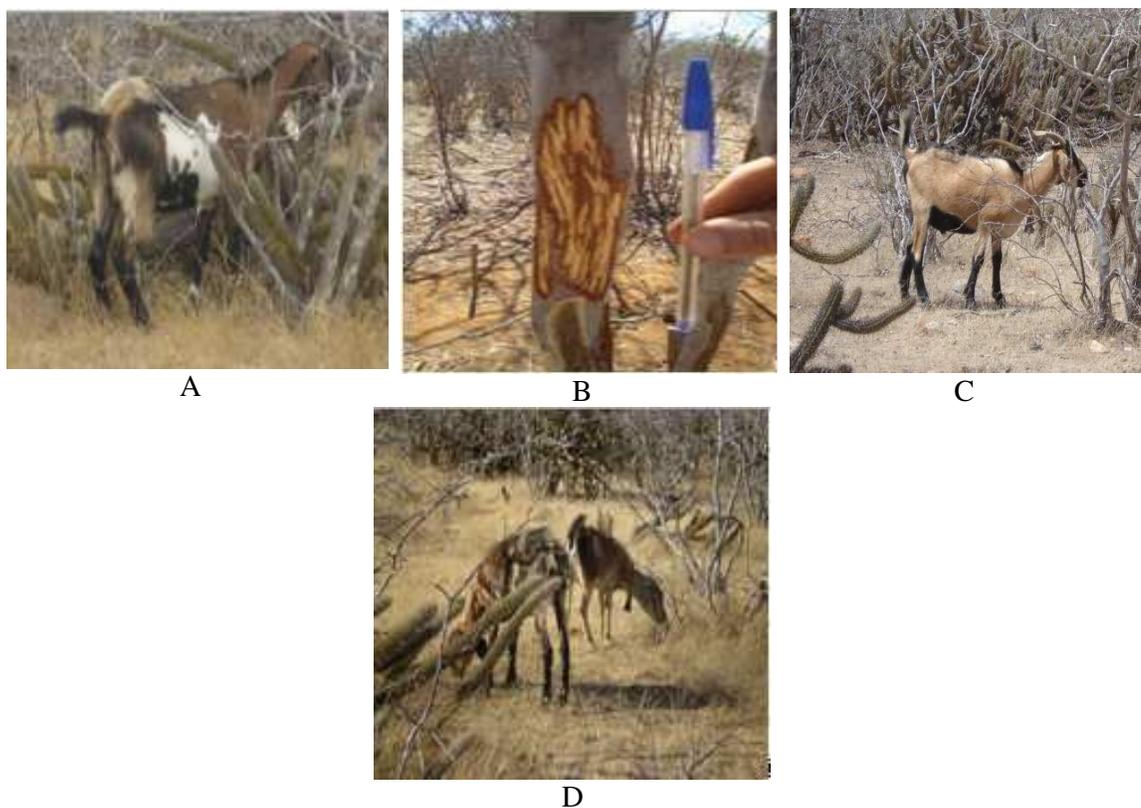


Figura 60. Caprinos se alimentando de troncos de catingueira - *Caesalpinia pyramidalis* (A) e (B), Xique-xique - *Pilosocereus gounellei* (C), Panasco - *Aristida* sp. (D), nas unidades experimentais, em São João do Cariri - PB.

De acordo com Leal et al. (2003) os resultados destes estudos indicam que os caprinos são importantes herbívoros para a vegetação de caatinga, pois utilizam partes da maioria das espécies de árvores e arbustos encontrados na região como forragem. Os dados sugerem que estes animais são muito generalistas, uma vez que comem plântulas e todas as partes de plantas adultas, da maioria das espécies presentes na área. Assim, a herbivoria por caprinos constitui um importante fator de seleção natural capaz de afetar a abundância e a distribuição geográfica de espécies lenhosas na caatinga, especificamente arbustos e árvores perenifólias como o Juazeiro (*Zizyphus joazeiro*) e umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) e, sobretudo as espécies decíduas compõem o grupo com maior probabilidade de ter reduções populacionais, como Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) e Amburana (*Commiphora leptophloeos*) com ciclo reprodutivo parcial ou completo na época seca, pois estão acessíveis ao pastejo na época em que os caprinos dependem exclusivamente da vegetação lenhosa como fonte de alimento. Além disso, em condições de superpastejo, ovinos e caprinos podem induzir mudanças substanciais na florística da caatinga, quer pelo anelamento dos troncos das árvores e arbustos, causando-lhes a morte, ou pelo consumo das plântulas, impedindo a renovação do estoque de espécies lenhosas (Araújo Filho e Crispim, 2002).

4.5.3.4. Parte das plantas da caatinga consumidas pelos animais

Verificou-se que 31,37% dos proprietários rurais afirmaram que os animais consomem todas as partes das plantas desde planta jovem, folha nova, folha madura, caule e folhas, flor, ramos e frutos (Figura 61). Leal et al. (2003) corroboram com esta assertiva, ao afirmarem que os caprinos parecem hábeis também em consumir uma grande variedade de tipos de frutos, sejam eles secos ou carnosos, assim como flores e sementes de tipos e tamanhos variados. Na estação chuvosa, os caprinos preferem as plantas herbáceas com flor e brotos da vegetação lenhosa. Na estação seca, quando o estrato herbáceo desaparece, os animais se alimentam de folhas, flores, frutos, sementes, brotos e cascas de árvores e arbustos, obtidas no chão ou até dois metros de altura na vegetação, uma vez que a remoção concentra-se nos primeiros dois metros da vegetação (Araújo-Filho, 1989).

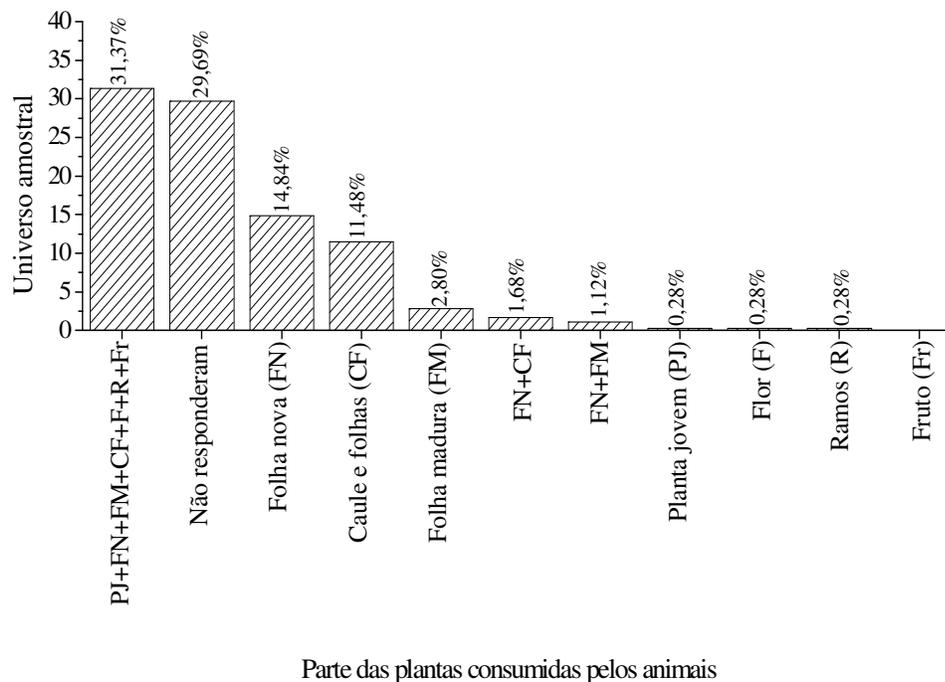


Figura 61. Parte das plantas consumidas pelos animais, segundo relato dos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.

4.5.4. Aspectos ambientais

4.5.4.1. Área destinada à reserva ambiental

Observando-se a Figura 62 constata-se que a relação estabelecida entre a sociedade e o Estado em relação à preservação ambiental ainda é incipiente e preocupante, uma vez que foi observado que 98,04% dos proprietários rurais não dispõem de área destinada à reserva ambiental. No entanto, já há uma situação estabelecida, pois se observou que 0,84% das propriedades rurais possuem áreas destinadas a reserva ambiental como a RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural (Lei de Proteção a Fauna e Flora, 5.197/67, 9.605/98, 4.771/65, que proíbe caçar e desmatar) com dimensões de 2 e 150 ha. Constatou-se ainda que em apenas 1,12% das propriedades rurais os seus proprietários não informaram o tamanho da área.

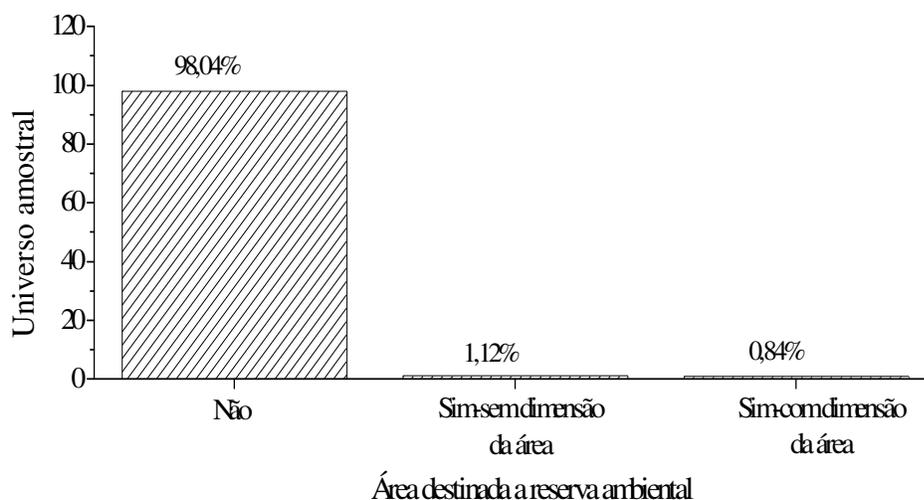


Figura 62. Área destinada à reserva ambiental pelos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.

Verificou-se também que aqueles que possuem um maior nível de escolaridade e acesso a informação, já apresentam algumas iniciativas, uma vez que destinam parte do seu terreno individualmente e ainda de forma coletiva à preservação ambiental, já que foram observados casos em que um número de dez proprietários se uniu e destinaram cerca de 100 a 200 ha de seus terrenos como áreas de preservação, embora não averbada em cartório. Outra iniciativa dos proprietários rurais foi a proibição de caça e pesca em seus terrenos expostas por meio de placas de sinalização, geralmente instaladas nas entradas ou saídas das propriedades rurais (Figuras 63A a 63C).



Figura 63. Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), localizada na Fazenda Gravató (A), área restrita à prática da caça e pesca, fiscalizada pelo IBAMA, no Sítio Forquilha (B) e área restrita à prática da caça no Sítio Cachoeira (C), em São João do Cariri - PB.

4.5.4.2. Fauna edáfica existente

Com relação aos organismos edáficos, que são responsáveis pela condição do solo, os grupos mais frequentes, segundo os proprietários rurais foi Hymenoptera - Formiga (14,13%), seguido de Araneae - Aranha (11,90%), Scorpiones - Escorpião (10,52%), Isoptera - Cupim (10,34%), Coleoptera - Besouro (8,96%), Orthoptera - Grilo (8,42%), Diptera - Mosquito (8,38%), Lepidoptera - Lagarta (8,33%), Diplopoda - Embuás (8,02%), Larva de Lepidoptera - Borboleta (7,98%) e Acarina - Ácaro (3,03%) (Figura 64). Uma alta densidade do grupo Hymenoptera (60,51%), foi também constatada “in loco” na unidade experimental, durante um ano de avaliação, seguido de Diptera (11,8%), Acarina (7,1%), Coleoptera (6,11%) e Araneae (3,43%). Tendo sido constatado a dominância do grupo Hymenoptera, Araneae e Orthoptera no semiárido cearense por Almeida et al. (2007) e de Hymenoptera, Coleoptera e Arachnida por Rodrigues et al. (2007), na região do Sertão, semiárido paraibano. Mediante estas informações, foi possível observar a distribuição espacial da fauna edáfica, no ecossistema caatinga e ressaltar o predomínio do grupo Hymenoptera na região semiárida devido à sua adaptação às condições climáticas.

De acordo com Lavelle et al. (1993) a relevância desse grupo é atribuído à construção de ninhos onde vivem socialmente, repartem o trabalho entre os membros da colônia, utilizando as partículas do solo, matéria orgânica de origem vegetal, secreções e dejetos para a manutenção de suas colônias.

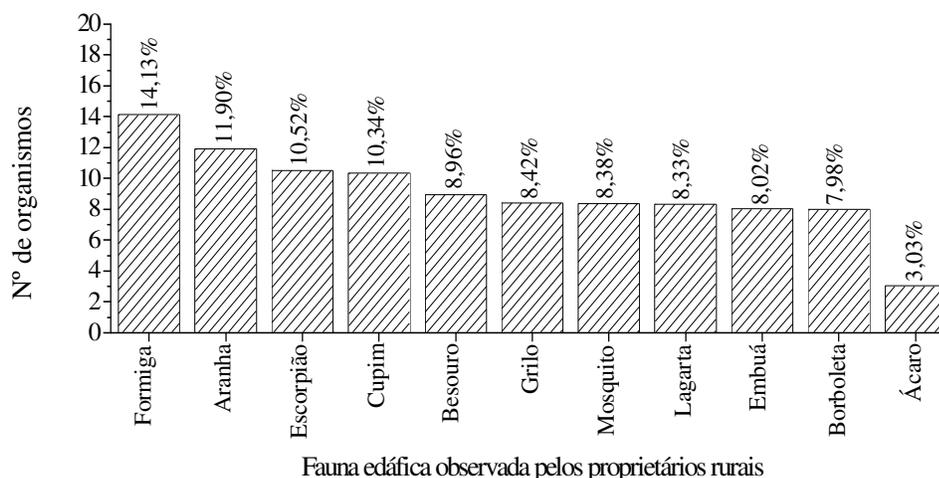


Figura 64. Organismos edáficos observados pelos proprietários rurais de São João do Cariri - PB.

4.5.4.3. Localização e benefícios dos organismos edáficos

A maioria dos organismos edáficos foi visto pelos proprietários na área de mata (36,41%), seguido de área de plantio (10,36%) e pastagem nativa (7,84%) (Figura 65A). Corroborando com Gomes et al. (2007) ao estudar os organismos edáficos em áreas com diferentes coberturas vegetais (áreas em processo de degradação, pastagem e com plantio de banana), no semiárido da Paraíba, constataram que áreas com pastagens apresentaram o maior número de indivíduos (organismos edáficos), devido a maior densidade de raízes, implicando em maior quantidade de matéria orgânica, proporcionando melhor ambiente para esses organismos e redução da abundância e riqueza edáfica na área degradada, indicando perturbação nesse sistema. Do mesmo modo, Rodrigues et al. (2007) constataram que a abundância da macrofauna do solo foi alterada pelo sistema de manejo, sendo maior nas áreas com cultivo de frutíferas, com cultivo de acerola e área de caatinga com pisoteio ovino e caprino, em relação às áreas de pastagem com sinais evidentes de forte pressão animal (pisoteio bovino) e área com cultivo de milho.

No entanto, 63,59% dos proprietários rurais afirmam que esses organismos não são benéficos ao solo nem às plantas, considerando-os como pragas (Figura 65B) e apenas 36,41% afirmam que a fauna edáfica traz algum benefício ao ecossistema caatinga.

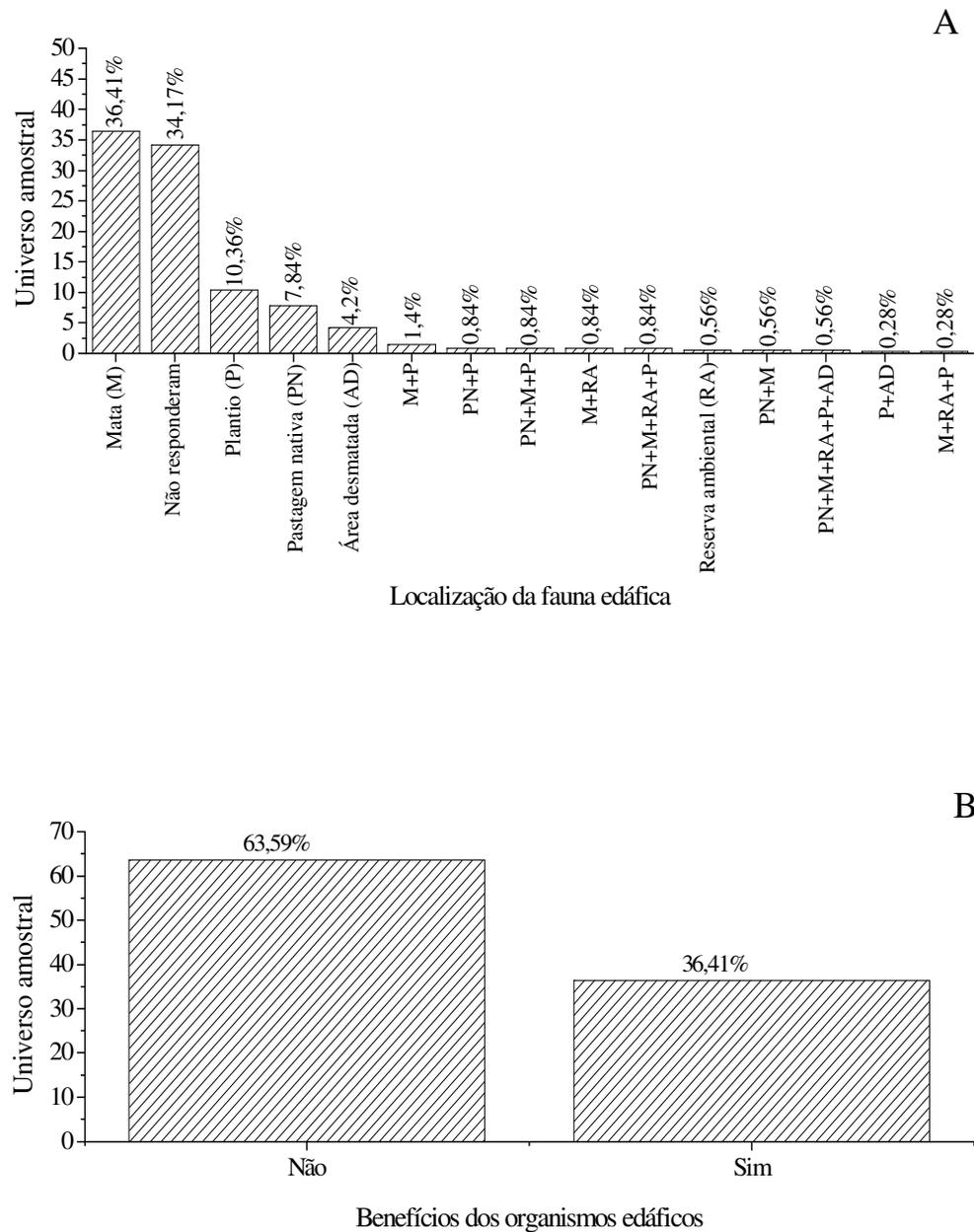


Figura 65. Localização dos organismos edáficos (A) e benefícios dos organismos edáficos (B), de acordo com os proprietários rurais de São João do Cariri - PB.

Vale ressaltar que a maioria das pessoas que deram esta última resposta foram as que apresentaram maior grau de escolaridade. Nesse sentido, destaca-se o desconhecimento por parte da maioria dos proprietários rurais sobre os benefícios que os organismos edáficos promovem ao solo e à vegetação, fazendo-se necessária a realização de mais estudos ecológicos sobre a distribuição da fauna edáfica, associada ao ecossistema caatinga levando em conta a variabilidade temporal e espacial das condições edafoclimáticas e manejo do solo. Uma vez que de acordo com Jacobs et al. (2006) a adoção de práticas conservacionistas de manejo do solo, se conseguirá preservar as características do solo as mais próximas possíveis das suas condições naturais, garantindo que a fauna edáfica esteja presente tanto em número quanto em diversidade, cumprindo com sua importante função na ciclagem dos nutrientes.

O conhecimento dos organismos edáficos como fundamentais à riqueza do solo e à sua conservação, é necessário para que o sistema ambiental não se degrade, o que irá gerar prejuízo para a dinâmica do solo e, conseqüentemente, para o sistema produtivo local.

4.5.5. Orientação para enfrentar as estiagens

4.5.5.1. Ocorrência de chuvas e realização de experiências pelos moradores da zona rural

A informação sobre o clima normalmente não chega à população local, uma vez que essa ainda é de âmbito regional e difundido para extensas áreas pelos órgãos da mídia. Como os proprietários rurais ainda não contam com alfabetização formal adequada, pode-se afirmar que o desconhecimento das representações geográficas amplia a distância dessa informação.

A maioria dos proprietários rurais (63,59%) não é informada da previsão de chuvas, isto é, não tem orientação técnica para conviver com as secas (Figura 66A). Destes, 23,25% fazem observação pela própria experiência, buscando sinais na natureza (vegetação e fauna local) (Figura 66B). Dados semelhantes foram verificados por Alencar (2008), nos municípios da Bacia do rio Sucuru (Amparo, Ouro Velho, Prata, Sumé, Coxixola e Serra Branca) onde constatou, que 83,78% não fazem observação das previsões de chuvas, evidenciando a susceptibilidade às mudanças climáticas e a falta de preparo para convivência com a seca, sendo que para muitos agricultores, a solução da seca se dá

pela construção de poços e açudes de grande porte que possibilitem o uso da irrigação, já que muitas atividades agrícolas ficam comprometidas nos períodos de longo período seco.

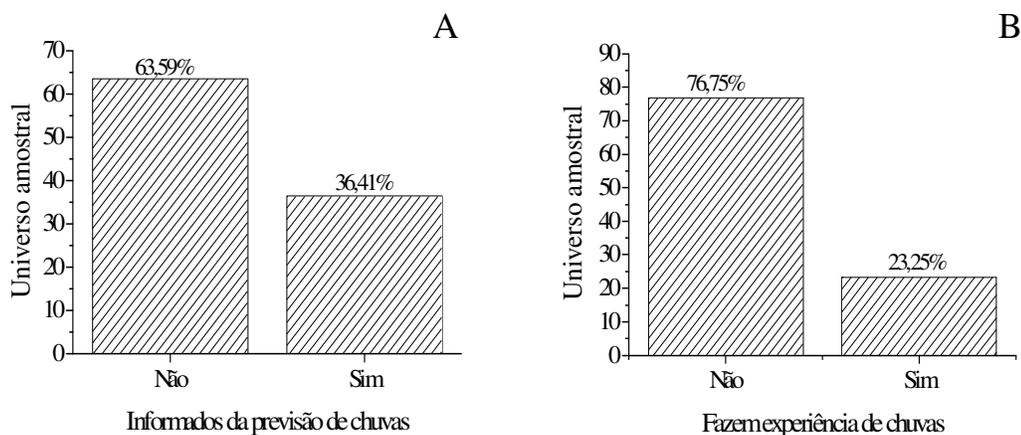


Figura 66. Orientações de previsão de chuvas (A) e experiências de chuvas realizadas pelos proprietários rurais (B), em São João do Cariri - PB.

A necessidade do conhecimento das condições meteorológicas deve ser motivo de criação de disciplinas escolares interdisciplinares, uma vez que no Cariri há uma alta variação espacial e temporal da precipitação com períodos de elevada concentração e momentos de escassez curta ou prolongada, dando subsídios à população da zona rural, utilizar técnicas de convivência com esse dinamismo climático.

4.5.5.2. Suporte alimentar na época seca curta ou prolongada

Com relação ao suporte alimentar no período seco, constatou-se que 33,90% oferecem aos seus animais ração concentrada (resíduo, torta, milho, algaroba, trigo, cama de galinha, dentre outros), 3,64% proporcionam outro tipo de suporte alimentar como volumoso (palma, capim verde). Poucos produtores utilizam silagem (1,40%) geralmente de milho ou sorgo e feno (1,12%). Verificou-se ainda que uma parte expressiva dos produtores (19,33%) emprega a associação concentrado-outro tipo de suporte alimentar (Figuras 67 e 68). Vale ressaltar que embora a *Prosopis juliflora* (Algaroba) seja uma espécie economicamente promissora, uma vez que apresenta qualidades como forrageira e produz lenha e carvão de boa qualidade, esta espécie tem se revelado uma invasora agressiva pela sua adaptação às condições edafoclimáticas de parte do semiárido nordestino, decorrente da falta de manejo dos plantios, somada ao caráter extensivo da

pecuária regional, transformando o que seria uma solução em um problema, já que a invasão da *Prosopis juliflora* (Algaroba) reduz a diversidade e a riqueza taxonômica de espécies da caatinga (Oliveira, 2006).

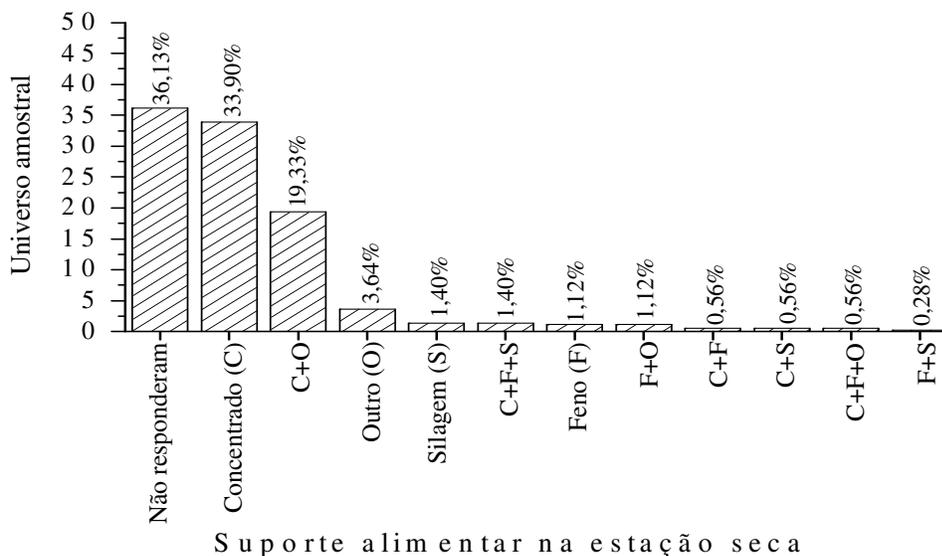


Figura 67. Suporte alimentar na estação seca, em São João do Cariri - PB.



Figura 68. Uso de Algaroba (*Prosopis juliflora*) como suplemento para os caprinos no Sítio Floresta, em São João do Cariri - PB.

De acordo com Andrade et al. (2006), a produção de alimento para os animais, ainda se constitui no maior problema para o desenvolvimento da pecuária no semiárido. O cultivo de plantas forrageiras da caatinga como lavoura xerófila regular, em áreas de déficit hídrico, pode ser a opção mais vantajosa para a agricultura do semiárido. Da mesma forma, a prática de fazer feno deve ser encarada como um complemento desse sistema de

produção agrícola. Entretanto, ainda, são necessários estudos sobre feno de forrageiras de espécies da caatinga, pois grande parte dos conhecimentos até então adquiridos são oriundos de outras regiões. Durante o período chuvoso, as forrageiras anuais têm rápido crescimento e curta duração do ciclo fenológico, resultando em forte periodicidade na disponibilidade da oferta de forragem desse tipo de vegetação. Assim, a produção de fitomassa do estrato herbáceo excede a capacidade de consumo dos rebanhos, o que permite conservar o excedente disponível, sob forma de feno ou silagem, para serem utilizados no período de maior escassez de alimentos, selecionando as espécies, que melhor se prestam para conservação e que apresentem características forrageiras desejáveis. Porém, são necessários estudos sobre o manejo e utilização dessas forrageiras, de forma que garanta sua presença anual no ecossistema.

4.5.5.3. Armazenamento da alimentação animal e redução dos rebanhos na época seca

A maioria dos produtores rurais não faz armazenamento da alimentação animal (68,91%). Dos criadores que estocam alimento (30,53%) armazenam por menos de um ano e somente (0,56%) dos produtores armazena o estoque para mais de um ano (Figura 69A). Esses dados corroboram com as informações levantadas por Sousa (2007) nos municípios paraibanos de Boa Vista, Cabaceiras e São João do Cariri. Nesse sentido, a redução dos rebanhos pelos produtores, é feita antes da estação seca (27,17%) e 19,05% fazem a redução durante as estiagens (Figura 69B). O que implica dizer que em algumas propriedades, a pecuária é afetada nos períodos de longa seca.

Alencar (2008) observou, em estudo realizado nos municípios da Bacia do rio Sucuru (Amparo, Ouro Velho, Prata, Sumé, Coxixola e Serra Branca), que quando a pecuária é comprometida, com redução do rebanho, ou em muitos casos, deixa de ser explorada, os produtores buscam na exploração da caatinga e das espécies nativas, alternativas de sobrevivência, como o uso da lenha para a fabricação de carvão.

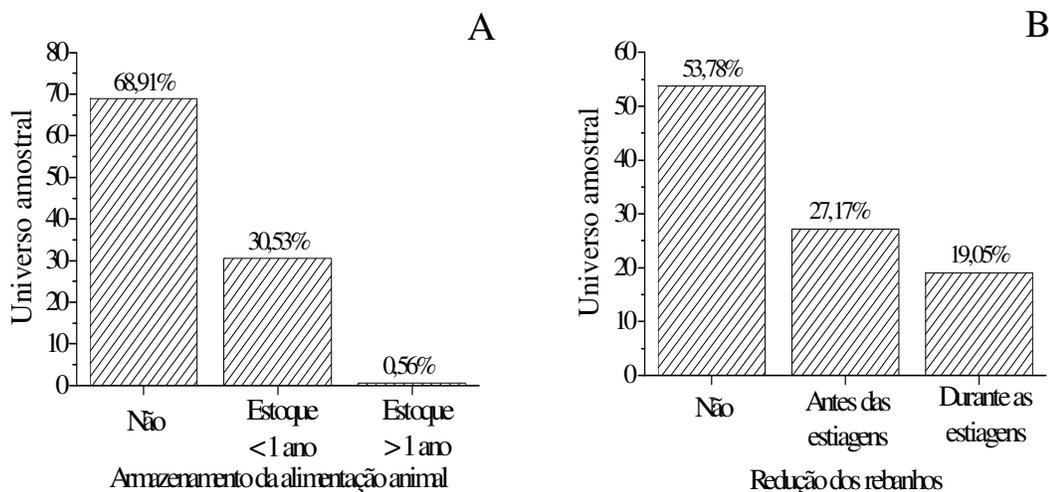


Figura 69. Armazenamento da alimentação animal (A) e redução dos rebanhos (B), em São João do Cariri - PB.

Portanto, é necessário mais estudos para ampliar as hipóteses testadas nesse trabalho e alertar os tomadores de decisão sobre a exploração dos recursos naturais da caatinga. Não esquecendo que explorar as potencialidades do semiárido de forma sustentável e economicamente viável exige a compreensão de que a natureza tem que ser respeitada e ela é quem deve determinar a forma e a época em que as atividades agrícolas podem ser executadas. Na verdade, pouco se tem por fazer para poder explorar as potencialidades do semiárido, o que é necessário é aprender com a diversidade da natureza dessa região e pensar conceitualmente a semiaridez como vantagem e não como desvantagem (Andrade et al., 2006).

5. CONCLUSÕES

- Nas três áreas de caatinga as famílias com um maior número de espécies no estrato arbustivo-arbóreo são: Cactaceae e Euphorbiaceae, sendo que a espécie *Croton sonderianus* (Marmeleiro) é a que apresenta maior densidade relativa e as espécies de maior valor de importância nessas três áreas são: *Croton sonderianus* (Marmeleiro), *Caesalpinia pyramidalis* (Catingueira), *Pilosocereus gounellei* (Xique-xique), *Aspidosperma pyriformium* (Pereiro) e *Jatropha mollissima* (Pinhão);
- As espécies que foram comuns nas três áreas foram: *Aspidosperma pyriformium* (Pereiro), *Opuntia palmadora* (Palmatória), *Pilosocereus gounellei* (Xique-xique), *Caesalpinia pyramidalis* (Catingueira), *Croton sonderianus* (Marmeleiro), *Jatropha mollissima* (Pinhão) e *Sida* sp. (Malva);
- A similaridade florística foi elevada para as três áreas contíguas de caatinga, com índices de Jaccard superior a 0,25, porém a diversidade entre as mesmas foi próxima, apresentando semelhante riqueza de espécies, havendo destaque para *Sida* sp. (Malva) e *Pilosocereus gounellei* (Xique-xique) que apresentaram distribuição espacial agregada nas três áreas;
- Os grupos dominantes da macrofauna edáfica foram: Hymenoptera (Formiga), Diptera (Mosquito), Acarina (Ácaro) e Coleoptera (Besouro) e da mesofauna edáfica foram Acarina (Ácaro), Collembola (Colêmbolo), Protura e Diptera (Mosquito) onde a maior abundância de organismos da macrofauna edáfica foi verificada nas áreas sob pastejo e da mesofauna edáfica na área com menor pressão de pastejo, com 5 animais (1 animal/6.400 m²);
- A variação da abundância e a riqueza de grupos são mais elevadas na estação chuvosa e com o término da mesma, os grupos taxonômicos da macrofauna do solo tendem a aumentar;
- As emissões de CO₂ apresentaram variação temporal com maiores picos de liberação no período chuvoso, sendo maior na área II com 5 animais (1 animal/6.400 m²) e a taxa de CO₂ variou ao longo do dia em função dos elementos meteorológicos (irradiação solar, insolação, temperatura do solo e do ar e umidade) com tendência a maior liberação no final da tarde;
- A atividade socioeconômica da maioria da população da zona rural é a agrícola com produção de culturas tradicionais como milho e feijão para consumo familiar e produção pecuária reduzida, com predomínio de rebanhos bovino, ovino e caprino sem raça definida;

- As espécies *Pilosocereus gounellei* (Xique-xique), *Opuntia palmadora* (Palmatória), *Cereus jamacaru* (Mandacaru) e *Manihot glaziovii* (Maniçoba) são as mais utilizadas para alimentação dos caprinos, no entanto, o uso principal da caatinga pelo agricultor é a retirada de madeira para lenha e cerca;
- Os organismos edáficos mais observados pelos proprietários rurais nas áreas de mata, plantio e pastagem nativa são: Hymenoptera (Formiga), Araneae (Aranha), Scorpiones (Escorpião), Isoptera (Cupim) e Coleoptera (Besouro).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A. N. **O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras.** Teresina: UFPI, 1984. 4p.
- AGUIAR, M. I.; OLIVEIRA, T. S.; ARAÚJO FILHO, J. A. Fauna edáfica em sistemas agroflorestais e convencional no semi-árido cearense. In: XVI REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2006, Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CD-ROM.
- ALBUQUERQUE, A. W. de; FILHO, G. M.; SANTOS, J. R.; COSTA, J. P. V.; SOUZA, J. L. Determinação de fatores da equação universal de perda de solo em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.2, p.153-160, 2005.
- ALCAFORADO-FILHO, F. G.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; RODAL, M. J. N. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botânica Brasilica**, v.17, n.2, p.287-303, 2003.
- ALENCAR, M. L. S. de. **Os sistemas hídricos, o bioma caatinga e o social na bacia do rio sucuru: riscos e vulnerabilidades.** 2008. 157f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- ALENCAR, M. L. S. de. **El Niño de 1997/1998: sistemas hídricos, degradação ambiental e vulnerabilidades socioeconômica no Cariri Paraibano.** 2004. 170f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- ALEXANDER, M. **Introduction to soil microbiology.** 2 ed. New York: J. Wiley, 1977. 472p.
- ALMEIDA, M. V. R. de; SILVA, P. Q. da; OLIVEIRA, R. T. de; ARAÚJO, A. L. de; OLIVEIRA, T. S. de. Fauna edáfica em sistemas consorciados conduzidos por agricultores familiares no município de Choro, CE. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.
- ALVES, A. R.; SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SOUSA, A. A. de; FREIRE, A. L. de O.; ANDRADE, R. L.; SILVA, R. B. Dinâmica da população de fungos e bactérias em área de caatinga, no sertão da Paraíba. In: XXX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Anais...** Recife: SBCS, 2005. CD-ROM.
- ALVES, A. R.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; SOUSA, A. A. de; FREIRE, A. L. O.; RODRIGUES, C. R. F.; SILVA, G. A. e. Decomposição de serrapilheira de espécies arbórea enterrada e aplicada na superfície de um luvissole na Paraíba - Brasil. In: FERTBIO, 2004, Lages, **Anais...** Lages, SBCS, 2004. CD-ROM.
- AMORIM, I. L. de; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. de L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v.19, n.3, p.615-623, 2005.

ANDRADE, A. P. de; SOUZA, E. S. de. SILVA, D. S. da; SILVA, I. de F. da; LIMA, J. R. S. Produção animal no bioma caatinga: paradigmas dos “pulsos-reservas”. In: SIMPÓSIO DA 43ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.

ANDRADE, L. A. de; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne**, v.11, n.3, p.253-262, 2005.

ANDRADE-LIMA, D. de. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v.4, p.149-153, 1981.

AQUINO, A. M. de. Fauna edáfica como bioindicadora da qualidade do solo. In: FERTBIO, 2004, Lages, **Anais...** Lages, SBCS, 2004. CD-ROM.

ARAÚJO, L. V. C. de. **Composição florística, fitossociologia e influência dos solos na estrutura da vegetação em uma área de caatinga no semi-árido paraibano**. 2007. 118f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

ARAÚJO, K. D; ROSA, P. R. de O. ANDRADE, A. P. de; RAPOSO, R. W. C. Correlação de perdas de C-CO₂ com radiação solar e temperatura do solo no semi-árido paraibano. In: XXX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2005, Recife. **Anais...** Recife: SBCS, 2005. CD-ROM.

ARAÚJO, K. D. **Variabilidade temporal das condições climáticas sobre as perdas de CO₂ na encosta do açude Namorados, em São João do Cariri-PB**. 2005. 101f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

ARAÚJO FILHO, J. A. de; CRISPIM, S. M. A. **Pastoreio combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de caatinga no nordeste do Brasil**. In: I CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 2002, Concórdia, **Anais...** Concórdia, 2002.

ARAÚJO FILHO, J. A. de; SOUZA NETO, M. de; NEIVA, J. N. M.; CAVALCANTI, A. C. R. Desempenho produtivo de ovinos da raça morada nova em caatinga raleada sob três taxas de lotação. **Ciência Agrônômica**, v.33, n.1, 2002, p.51-57.

ARAÚJO FILHO, J. A.; BARBOSA, T. M. L. **Sistemas agrícolas sustentáveis para regiões Semiáridas**. (EMBRAPA. Circular Técnico, 20), 1999. 18p.

ARAÚJO, E. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. Composição florística e fitossociológica de três áreas de Caatinga de Pernambuco. **Revista Brasileira de Biologia**, v.55, n.4, p.595-607, 1995.

ARAÚJO FILHO, J. A. **Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris**. In: EMBRAPA (org.) Curso de melhoramento e manejo de pastagem nativa no trópico semi-árido. EMBRAPA-CPAMN/SPI, Teresina, p.41-58, 1989.

ARAÚJO FILHO, J. A., Manejo de pastagens nativas no sertão cearense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PASTAGEM NATIVA DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO, 1, 1980, Fortaleza, **Anais...** XVII Reunião da SBZ, 1980, Fortaleza: SBZ, p.45-58, 1980.

ASSIS JÚNIOR, S. L. de; ZANUNCIO, J. C.; KASUYA, M. C. M.; COUTO, L.; MELIDO, R. C. N. Atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monoculturas, mata natural e área desmatada. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.35-41, 2003.

ASSIS JÚNIOR, S. L. **Sistemas agroflorestais versus monoculturas: coleoptera, scarabaeidae e microbiota do solo como bioindicadores de sustentabilidade.** 2000. 70f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

AZPIAZU, M. D.; CAIRO, V. G.; PALACIOS-VARGAS, J. G.; SÁNCHEZ, M. J. L. Los colémbolos en los suelos de Cuba. In: CONGRESO LATINOAMERICANO, 15 y CUBANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 5, 2001, Habana, **Anais...** Habana (Cuba), 2001, p.1-4.

BANDEIRA, A. G.; HARADA, A. Y. Densidade e distribuição vertical de macroinvertebrados em solos argilosos e arenosos na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v.28, n.2, p.191-204, 1998.

BARETTA, D.; MAFRA, A. L.; SANTOS, J. C. P.; AMARANTE, C. V. T. do.; BERTOL, I. Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.11, p.1675-1679, 2006.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, A. L.; WILDNER, L. do P.; MIQUELLUTI, D. J. Fauna edáfica avaliada por armadilhas e catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de ciências agroveterinárias**, v.2, p.97-106, 2003.

BAYER, C. Manejando os solos agrícolas para alta qualidade em ambientes tropicais e subtropicais. FERTBIO, 26., 2004, Lages. **Anais...** Lages: UDESC e SBCS, 2004. CD-ROM.

BAYER, C; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** Porto Alegre: Gênese, 1999. Cap. 2. p.9-26.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: individuals, populations and communities.** 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 1996. 1068p.

BERTOL, I.; GOMES, K. E.; DENARDI, R. B. N.; ZAGO, L. A.; MARASCHIN, G. E. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem numa pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.5, p.779-789, 1998.

BIANCHET, F. J.; GATIBONI, L. C.; FORNAZIER, R.; WILDNER, L. do P.; DIAS, A. Flutuações na fauna edáfica durante a decomposição da palhada de mucuna cinza (*Mucuna pruriens* (L.) DC.). In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

BLEY JR., C. Erosão Solar: riscos para a agricultura nos trópicos. **Ciência Hoje**, v.25, n.148, p.24-29, 1999.

BÖHM, G. B.; MORSELLI, T. B.; PIGOSSO, G.; TRICHEZ, D. ROMBALDI, C. V. Métodos de controle de plantas concorrentes sobre a mesofauna de Planossolo cultivado com Soja BRS 244 RR. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado: SBCS, 2007. CD-ROM.

BONKOWSKI, M.; GRIFFITHS, B.; SCRIMGEOUR, C. Substrate heterogeneity and microfauna in soil organic "hotspots" as determinants of nitrogen capture and growth of ryegrass. **Applied Soil Ecology**, v.14, n.1, p.37-53, 2000.

BORROR, D J.; DELONG, D. M. Introdução os estudo dos insetos. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1969. 653p.

CARVALHO, A. M. de; BUSTAMANTE, M. M. C.; SOUSA, D. M. Fluxos de CO₂ em Latossolo sob plantas de cobertura e milho. In: XVI REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2006, Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CD-ROM.

CARVALHO, F. C. de; ARAÚJO FILHO, J. A. de; GARCIA, R.; PEREIRA FILHO, J. M.; ALBUQUERQUE, V. M. de. Efeito do corte da parte aérea na sobrevivência do marmeleiro (*Croton Sonderianus* Muell. Arg.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.930-934, 2001 (Complemento 1).

CASTRO, A. A. J. F. Florística e fitossociologia de um cerrado marginal brasileiro, Parque Estadual de Vaçununga, Santa Rita do Passa Quatro - SP. 1987. 238f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.133-142, 1990.

CHAVES, L. H. G.; CHAVES, I. B.; VASCONCELOS, A. C. F. **Salinidade das águas superficiais e suas relações com a natureza dos solos na Bacia Escola do açude Namorados**. Campina Grande: BNB/UFPB, 54p, 2000. (Boletim Técnico).

COLOZZI FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; BALOTA, E. L. Atividade microbiana em solos cultivados em sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v.22, p.84-91, 2001.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação da serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto alegre: Gênese, p.197-225, 1999.

COSTA, F. de S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.323-332, 2008.

COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C. E. **Insetos imaturos: metamorfoses e identificação**. Ribeirão Preto: Holos, 2006. 249p.

COSTA, T. C. E.; ACCIOLY, L. J. O.; OLIVEIRA, M. A. J.; BURGOS, N.; SILVA, F. H. B. B. Phytomass mapping of the “Seridó caatinga” vegetation by the plant area and the normalized difference vegetation indices. **Scientia Agrícola**, v.59, n.4, p.707-715, 2002.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. 2. ed. New York: New York Botanical Garden, 1988.

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. Trad. de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1978. 472p.

DELBEM, F. C.; SCABORA, M. H.; CROCIOLLI, C. A.; HEINRICHS, R.; SOARES FILHO, C. V.; CASSIOLATO, A. M. R. Efeito das fontes e níveis de adubação nitrogenada na atividade microbiana em solo sob braquiária. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2007, 31., Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. C. N e P na biomassa microbiana do solo. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, cap.17, p.389-411, 1999.

DIAS, A.; GATIBONI, L. C.; WILDNER, L. do P.; BIANZI, D.; FORNAZIER, R.; DENARDIN, R. B. N. Influência da decomposição da palhada de aveia e centeio sobre a fauna edáfica. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM. (a)

DIAS, A.; GATIBONI, L. C.; WILDNER, L. do P.; BIANZI, D.; BIANCHET, F. J.; LORENTZ, L. H. Modificações na abundância e diversidade da fauna edáfica durante a decomposição da palhada de aveia, centeio e ervilhaca em sistema plantio direto. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM. (b)

DRESCHER, M. S.; ELTZ, F. L. F.; ROVEDDER, A. P. M.; DORNELES, F. O. Mesofauna como bioindicador para avaliar a eficiência da revegetação com *Lupinus albus* em solo arenizado do sudoeste do Rio Grande do Sul. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

DREW, D. Processos interativos homem-meio ambiente. Tradução de João Alves dos Santos. São Paulo: DIFEL, 1986, 206p.

DRUMOND, M. A.; KILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, M. C. de; OLIVEIRA, V. R. de; ALBUQUERQUE, S. G. de; NASCIMENTO, C. E. de S.; CAVALCANTI, J. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga. In: **Avaliação e identificações de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade do bioma caatinga**. SEMINÁRIO “BIODIVERSIDADE DA CAATINGA”, Petrolina, Embrapa Semi-árido, 2000.

DUARTE, M. M. Abundância de microartrópodes do solo em fragmentos de mata com araucária no sul do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, v.94, n.2, p.163-169, 2004.

DUIKER, S. W.; LAL, R. Carbon budget study using CO₂ flux measurements from a no till system in central Ohio. **Soil and Tillage Research**, v.54, p.21-30, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999, 421p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 2 ed. **Revista atual**. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA - CNPS. Documentos 1).

ESCOBAR, L. F.; AMADO, T. J. C.; MORAES, O. de; ZIMERMANN, H. R.; CARNEIRO, J.; CHAVEZ, L. F.; FIORIN, J. Fluxo de CO₂ na cultura de soja sob sistema plantio direto avaliado pelo método de covariância dos vórtices. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

FERREIRA, L. M. R.; TROVÃO, D. M. de B.; FREIRE, A. M.; SOUZA, B. C. de; CARVALHO, E. C. D. de; OLIVEIRA, P. T. B. Análise fitossociológica comparativa de duas áreas serranas de caatinga no Cariri paraibano. In: VII CONGRESSO de ECOLOGIA do BRASIL, 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: SEB, 2007. CD-ROM.

FAO. **El papel de los animales domésticos en el control de la desertificación**. PNUD/FAO, Oficina Regional de La Fao para America Latina Y el Caribe, Santiago, 1993.

FEIGL, B. J.; STEUDLER, P. A.; CERRI, C. C. Effects of pasture introduction on soil CO₂ emissions during the dry season in the state of Rondônia, Brazil. **Biogeochemistry**. v.31, p1-14, 1995.

FORNAZIER, R.; GATIBONI, L. C.; WILDNER, L. do P.; BIANZI, D.; TODERO, C. Modificações na fauna edáfica durante a decomposição da fitomassa de *Crotalaria juncea* L. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

GARCIA, M. R. L.; NAHAS, E. Biomassa e atividades microbianas em solo sob pastagem com diferentes lotações de ovinos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.269-276, 2007.

GASSEN, D. N. **Os benefícios de corós em lavouras sob plantio-direto**. Passo Fundo: EMBRAPA TRIGO, 2000. 3p. (EMBRAPA-TRIGO. Comunicado Online, 47).

GASSEN, D. N. Os insetos e a fertilidade de solos. In: CURSO SOBRE ASPECTOS BÁSICOS DE FERTILIDADE E MICROBIOLOGIA DO SOLO SOB PLANTIO DIRETO, 1999, Cruz Alta. **Resumos...** Passo Fundo, Aldeia Norte, 1999. p.70-89.

GESTEL, C. A. M.; KRIDENIER, M.; BERG, M. P. Suitability of wheat straw decomposition, cotton strip degradation and bait-lamina feeding tests to determine soil invertebrate activity. **Biol Fertil Soils**, v.37, n.2, p.115-123, 2003.

GIRACCA, E. M. N.; ANTONIOLLI, Z. I.; ELTZ, F. L. F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S.F.; VENTURINI, E. F.; BENEDETTI, T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudo/RS. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, n.3, p.257-261, 2003.

GOMES, A. R.; ALMEIDA, P. G. de; MELO, V. A.; SILVA, M.; LIMA, F. E. A.; SOUSA, M. A. de; SOUTO, P. C.; MOLINA-RUGAMA, A. J. Organismos edáficos em áreas sob diferentes coberturas vegetais no semi-árido da Paraíba. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. Secretaria da Educação. Universidade Federal da Paraíba. **Atlas Geográfico da Paraíba**. João Pessoa: Grafset, 1985, 100p.

GUEDES, A. C. T. P., MELO, W. J.; MELO, G. M. P.; TORRES, L. S.; MACEDO, F. G.; SOUZA, L. C. Atividade biológica em Latossolo tratado com lodo de esgoto por 10 anos consecutivos. In: XXVIII FERTBIO, 2008, Londrina. **Anais...** Londrina, FERTBIO, 2008. CD-ROM.

GRISI, B. M. Método químico de medição de respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Ciência e Cultura**, v.30, n.1, p.82-88, 1978.

HARDESTY, L. H.; BOX, T. W.; MALECHEK, J. C. Season of cutting affects biomass production by coppicing browse species of the Brazilian caatinga. **Journal of Range Management**, v.41, n.6, p.477-480, 1988.

HEISLER, C.; KAISER, E. A. Influence of agricultural traffic and crop management on collembola and microbial biomass in arable soil. **Biology and Fertility of Soils**, v.19, p.159-165, 1995.

HICKMANN, C.; GUTH, P. L.; ELTZ, F. L. F.; ROCHA, M. R.; JACOBS, L. E. Diversidade da fauna edáfica em diferentes culturas de cobertura de solo. In: XVI REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. 2006, Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CD-ROM.

HUBER, A. C. K.; MORSELLI, T. B. G. A.; KROLOW, I. R. C. Estudo da mesofauna (ácaros e colêmbolos) e macrofauna (minhocas) no processo da vermicompostagem: I - mesofauna. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.1, n.1, p.1215-1219, 2006.

JACOBS, L. E.; ELTZ, F. L. F.; ROCHA, M. R.; GUTH, P. L.; HILCKMAN, C. Diversidade da fauna edáfica em campo nativo, cultura de cobertura milho + feijão de porco sob plantio direto e solo descoberto. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

JACOBS, L. E.; GUTH, P. L.; LOVATO, T.; HICKMAN, C.; ROCHA, M. R. Diversidade da fauna edáfica em campo nativo e solo descoberto. In: XVI REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2006, Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CD-ROM.

JENKINSON, D. S.; ADAMS, D. E.; WILD, A. Model estimates of CO₂ emissions from soil in response to global warming. **Nature**, v.351, p.304-306, 1991.

LACERDA, A. V. de; NORDI, N.; BARBOSA, F. M.; WATANABE, T. Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar na bacia do rio Taperoá, PB, Brasil. **Revista Acta Botânica Brasílica**, v.19, n.3, p.647-656, 2005.

LAVELLE, P.; DANGERFIELD, M.; FRAGOSO, C.; ESCHENBRENNER, V.; LOPEZ-HERNANDEZ, D.; PASHANASI, B.; BRUSSAARD, L. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. In: SWIFT, M. J.; WOOMER, P. (Eds.), *Tropical Soil Biology and Fertility*, **John Wiley-Sayce**, New York, p.137-169, 1994.

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN A. A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. **Biotropica**, v.25, p.130-150, 1993.

LAVELLE, P.; PASHANASI, B. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). **Pedobiologia**, v.33, p.283-29, 1989.

LEAL, I. R. Dispersão de sementes por formigas na caatinga. In LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.). **Ecologia e conservação da Caatinga: uma introdução ao desafio**. Recife: EDUFPE, 2004, p.593-624.

LEAL, I. R.; SILVA, A. V. da; TABARELLI, M. Herbivoria por caprinos na caatinga da região de Xingó: uma análise preliminar. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; CARDOSO, J. M da S. (Org.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora da Universidade Federal de Pernambuco, 2003, p.695-715.

LIMA JÚNIOR, V. de. **Caracterização da dieta e avaliação de métodos de estimativa de consumo em caprinos suplementados na caatinga**. 2006. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

LIRA, A. C. S. de. **Comparação entre povoamento de eucalipto sob diferentes práticas de manejo e vegetação natural de cerradão, através da respiração, infiltração de água e mesofauna do solo**. 1999. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LISBOA, C. C.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P.; CONANT, R. T.; FEIGL, B. E. Emissões de CO₂ de solos submetidos a um aumento de temperatura. In: XVI REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2006, Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CD-ROM.

LOPES, W. de P.; SILVA, A. F. da; SOUZA, A. L. de; MEIRA NETO, J. A. A. Estrutura fitossociológica de um trecho de vegetação arbórea no parque estadual do Rio Doce - Minas Gerais, Brasil. **Revista Acta Botânica Brasílica**, v.16, n.4, p.443-456, 2002.

LUNA, R. G. DE; COUTINHO, H. D. M. Efeitos do pastejo descontrolado sobre a fitocenose de duas áreas do Cariri Oriental paraibano. **Revista Caatinga**, v.20, n.2, p.08-15, 2007.

MAGURRAN, A. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University Press, 179 p. 1988.

MAIA, E. L. **Decomposição de esterco em Luvisolos no semi-árido da Paraíba**. 2002. 37f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Patos.

MARACAJÁ, P. B.; BATISTA, C. H. F.; SOUSA, A. H. de; VASCONCELOS, W. E. de. Levantamento florístico e fitossociológico do estrato arbustivo-arbóreo de dois ambientes na Vila Santa Catarina, Serra do Mel, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.3, n.2, p. 1-13p. 2003.

MARTINHO, A. da F.; LIMA, E.; PEREIRA, M. G.; FERNANDES, M. M.; MALHEIROS, M. G.; ZONTA, E. Mesofauna em argissolo amarelo cultivado com cana-de-açúcar Sob diferentes manejos. In: FERTBIO, 2004, Lages, **Anais...** Lages, SBCS, 2004. CD-ROM.

MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 1993. 246 p.

MARTINS, F. R. Fitossociologia de florestas do Brasil: um histórico bibliográfico. **Revista Pesquisas**, v.40, p.103-164, 1989.

MARQUES, M. C.; TRINDADE, A. V.; ALMEIDA, M. C.; CARVALHO, J. E. B.; GRAZZIOTTI, P. H. Efeito do manejo de coberturas do solo em citrus. In: XVI REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2006, Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CD-ROM.

MATTER, U. F.; SILVA, M. S.; COSTA, L. A. de M.; PELÁ, A.; SILVA, C. J. da, DECARELI, L.; ZUCARELLI, C. Avaliação da biomassa microbiana em solo cultivado com três espécies de adubo verde de verão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: SBCS, 1999. CD-ROM.

McGUINNES, W. G. The relationship between frequency index and abundance as applied to plant populations in a semi-arid region. **Ecology**, v.16, p.263-282, 1934.

MEDEIROS, L. P.; GIRÃO, R. N.; GIRÃO, E. S.; PIMENTEL, C. M. **Caprinos: princípios básicos para a sua exploração**. EMBRAPA – CPAMN/SP, Teresina, 1994.

MELO, L. A. S. **Recomendações para amostragem e extração de microartrópodes de solo**. EMBRAPA. Circular Técnica, n.3. 2002. p.1-5.

MELO, L. A. S.; LIGO, M. A. V.; Amostragem de solo e uso de "litterbags" na avaliação populacional de microartrópodos edáficos. **Scientia Agricola**, v.56, n.3, p. 523-528, 1999.

MENEZES, R. S. C.; GARRIDO, M. da S.; PEREZ M., A. M. Fertilidade dos solos no semi-árido. In: XXX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 30., 2005, Recife. **Anais...** Recife: SBCS, 2005. CD-ROM.

MERLIM, A. de O. **Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados de araucária no Parque Estadual de Campus de Jordão**. 89f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

MESQUITA, R. C. M.; LEITE, E. R.; ARAÚJO FILHO, J. A. **Estacionalidade da dieta de pequenos ruminantes em ecossistema de caatinga.** In: EMBRAPA (Org) Curso de melhoramento e manejo de pastagem nativa no trópico semi-árido. EMBRAPA/CPAMN/SPI, Teresina, p.59-82, 1989.

MINEIRO, J. L. C.; MORAES, G. J. Gamasida (Arachnida: Acari) Edáficos de Piracicaba, Estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, v.30, n.3, p.379-386, 2001.

MOÇO, M. K. S; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.4, p.565-571, 2005.

MORENO, S. A. C.; OLIVEIRA, M. L. J.; LAVORENTI, A.; TORNISIELO, V. L. Efeito da calagem e do herbicida glifosato na atividade microbiana de solos. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

MORITA, T.; ASSUNPÇÃO, R. M. V. **Manual de soluções, reagentes e solventes.** São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1972. 629p.

MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology.** New York: John Willey e Sons, 1974. 525p.

NASCIMENTO, M. S. V.; HOFFMANN, R. B.; DINIZ, A. A.; ARAÚJO, L. H. A.; SOUTO, J. S. Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo no brejo paraibano. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A. de; MENEZES, R. I. de Q. Recolonização da fauna edáfica em áreas de caatinga submetidas a queimadas. **Revista Caatinga**, v.21, n.3, p.214-220, 2008.

NUNES, L. A. P. L.; MENEZES, R. I. de Q.; ARAÚJO FILHO, J. A. de; ARAÚJO, A. S. F. de. Diversidade da fauna edáfica sob mata de caatinga e solos com diferentes sistemas de manejo. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

ODUM, E.P. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Guanabara, 1993. 434p.

OLIVEIRA, F. X. de. **Impactos da invasão da Algaroba - *Prosopis juliflora* (sw.) DC. - sobre o de componente arbustivo-arbóreo da caatinga nas microrregiões do Curimataú e do Seridó nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte.** 2006. 138f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

OUYANG, Y.; ZHENG, C. Surficial processes and CO₂ flux in soil ecosystem. **Journal of Hydrology**, v.234, p.54-70, 2000.

PAES-SILVA, A. P. **Cobertura vegetal da bacia hidrográfica do açude Namorado no Cariri paraibano.** 2000. 107f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

PANDOLFO, C. M.; GIROTTO, E.; CERETTA, C. ALBERTO; MOREIRA, I. C. L.; TRENTIN, E. E.; POCOJESKI, E. Fauna edáfica em sistemas de manejo do solo e fontes de nutrientes. In: FERTBIO, 2004, Lages, **Anais...** Lages, SBCS, 2004. CD-ROM.

PANOSSO, A. R.; SCALA JÚNIOR, N. LA; PEREIRA, G. T.; ZANINI, J. R. Uso de krigagem ordinária e co-krigagem para estimar a emissão de CO₂ do solo após molhamento. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

PANOSSO, A. R.; LA SCALA JÚNIOR, N.; PEREIRA, G. T.; MARQUES JÚNIOR, J.; BARBIERI, D. M. Variabilidade espacial da emissão de CO₂ em latossolos com cana de açúcar. In: XVI REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2006, Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CD-ROM. (a)

PANOSSO, A. R.; LA SCALA JÚNIOR, N.; PEREIRA, C. T.; MARQUES JÚNIOR, J.; BARBIERI, D. M. Emissão de CO₂ num latossolo sob diferentes lâminas de molhamento. In: XVI REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2006, Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CD-ROM. (b)

PARENTE, H. N. **Avaliação da vegetação e do solo em áreas de caatinga sob pastejo caprino no Cariri da Paraíba.** 2009. 115f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

PARKIN, T.; DORAN, J. W.; FRANCO-VIZCAÍNO, E. Field and laboratory tests of soil respiration. In: DORAN, J. W.; JONES. (Eds.). **Methods for assessing soil quality.** **Madison:** Soil Science Society of America, p.231-245, 1996.

PASINI, A.; BENITO, N. P. Macrofauna do Solo em Agroecossistemas. In: FERTBIO, 2004, Lages, **Anais...** Lages, SBCS, 2004. CD-ROM.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. Soil microbiology and biochemistry. Califórnia: **Academic Press**, 1996. 340p.

PEQUENO, P. L. de L.; SILVA, R. B. da; ALMEIDA, C. M. V. C. de; BATISTA, C. C.; LOCATELLI, M. Macrofauna edáfica em Neossolo litólico utilizado com SAF em Rondônia. In: XVI REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2006, Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CD-ROM.

PEREIRA, S. V.; MARTINEZ, C. R.; PORTO, E. R.; OLIVEIRA, B. R. B.; MAIA, L. C. Atividade microbiana em solo do semi-árido sob cultivo de *Atriplex nummularia*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.8, p.757-762, 2004.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; BARBOSA, M. R. V. Use-history effects on structure and flora of caatinga. **Biotropica**, v.35, n.2, p.154-165, 2003.

PEREIRA, I. M. L.; ANDRADE, A. de.; BARBOSA M. R. de V.; SAMPAIO, E. V. S. B. Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente florestal no Agreste paraibano. **Acta Botânica Brasílica**, v.16, n.3, p.357-369, 2002.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A. de; COSTA, J. R. M.; DIAS, J. M. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no Agreste paraibano. **Acta Botânica Brasilica**, v.15, n.3, p.413-426, 2001.

PINTO, M. de A.; MARTINS, M. B.; FURTADO, I. da S. **Efeito da exclusão de água sobre a abundância dos Dípteros presentes na liteira de uma floresta de terra firme**. In: CONGRESSO DE ESTUDANTES E BOLSISTAS DO EXPERIMENTO LBA. Estúdio 5, Manaus, 2005.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**: Agricultura em regiões tropicais. 9ª ed. São Paulo: Nobel. 1990, p.142-154.

QUADROS, D. G. de. **Pastagens para ovinos e caprinos**. In: I Simpósio do Grupo de Estudos de Caprinos e Ovinos, 2004, Salvador. I SIMPOGECO. Salvador: Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Bahia, 2004. 34p.

QUEIROZ, J. A.; TROVÃO, D. M. de B. M.; OLIVEIRA, A. B. de O.; OLIVEIRA, E. C. S. de. Análise da estrutura fitossociológica da Serra do Monte, Boqueirão, Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, n.1, p.251-259, 2006.

RAMALHO, C. I. **Estrutura da vegetação e distribuição espacial do licuri (*Syagrus Coronata* (Mart) Becc.) em dois municípios do Centro Norte da Bahia, Brasil**. 2008. 131f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda., 1997.

ROCHA, J. S. M. da. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997. 423p.

RODAL, M. J. N. **Fitossociologia da vegetação arbustivo-árborea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco**. 1992. 198f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

RODRIGUES, M. Q.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V. dos; BEZERRA, D. M.; SALES, F. das C. V. Diversidade da fauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo no semi-árido da Paraíba. **Revista Pesquisa**, v.1, n.1, p.137-142, 2007.

RODRIGUES, R. R. Análise estrutural das formações florestais ripárias. In: BARBOSA, L. M. (Coordenador). Simpósio sobre mata ciliar. Campinas. **Anais...** Campinas. Fundação Cargill, 1989, p.99-119.

ROVEDDER, A. P.; ANTONIOLLI, Z. I.; SPAGNOLLO, E.; VENTURINI, S. F. Fauna edáfica em solo susceptível à arenização na região sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.3, n.2, p.87-96, 2004.

ROZANSKI, A.; SANTOS, J. C. P.; SILVA, P. da; ALVES, M. V.; Hawerth, F. J.; TASCIA, F. A. Mesofauna edáfica em áreas de campo nativo, mata nativa de araucária e florestas de pinus em diferentes estágios de desenvolvimento. In: FERTBIO, 2004, Lages, **Anais...** Lages, SBCS, 2004. CD-ROM.

SAEG. **Sistema para análises estatísticas**. Universidade Federal de Viçosa: Fundação Arthur Bernardes. v.5.0, Reg. 07517-5A, 1993.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. do S. B. Desertificação no Nordeste do Brasil. In: XXX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 30., 2005, Recife. **Anais...** Recife: SBCS, 2005. CD-ROM.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SILVA, G. C. Ciclagem de nutrientes. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; MAYO, S. J.; BARBOSA, M. R. V. **Pesquisa botânica nordestina: progressos e perspectivas**. Sociedade Botânica do Brasil, p.191-202, 1996.

SAMPAIO, E. V. S. B. Overview of the Brazilian Caatinga. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A.; MEDINA, E. (Eds.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge, Cambridge University Press, 1995. p.35-63.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, J. H.; SILVA, F. B. R. Fertilidade de Solos do semi-árido do Nordeste. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1995, Petrolina. **Anais...** Petrolina: SBCS, 1995. p.51-71.

SÁNCHEZ, S.; REINÉS, M. **Papel de la macrofauna edáfica en los ecosistemas ganaderos**. Pastos y Forrajes, v.24, p.191-202, 2001.

SANTANA, J. A. da S.; SOUTO, J. S. Diversidade e estrutura fitossociológica da caatinga na estação ecológica do Seridó-RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, n.2, p.232-242, 2006.

SANTANA, J. A. da S. **Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de Caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte**. 2005. 184f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SCHILENTER, R. E.; CLEVE, K. V. Relationships between CO₂ evolution from soil, substrate temperature, and substrate moisture in four mature forest types in interior Alaska. **Canadian Journal of Forest Research**, v.15, p.97-106, 1985.

SILANS, A. P. de, SILVA, F. M. da; BARBOSA, F. de A. dos R. Determinação *in loco* da difusividade térmica num solo da região de caatinga (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.41-48, 2006.

SILVA, R. F. da; TOMAZI, M.; PEZARICO, C. R.; AQUINO, A. M. de; MERCANTE, F. M. Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.865-871, 2007. (a)

SILVA, E. A. da; DEUS, A. C. F.; SANTOS, T. E. B. dos; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R.; FERNANDES, F. M. Efeitos da rochagem na atividade microbiana de um solo de área degradada. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM. (b)

SILVA, M. A. S.; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; ROSA, J. D.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um Argissolo Vermelho sob distintos sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.329-337, 2006.

SILVA, R. F. da; AQUINO, A. M. de; MERCANTE, F. M.; CORREIA, M. E. F.; GUIMARÃES, M. de F.; LAVELLE, P.; Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes coberturas vegetais em sistema plantio direto no cerrado. In: FERTBIO, 2004, Lages, **Anais...** Lages, SBCS, 2004. CD-ROM. (a)

SILVA, G. A.; SOUTO, J. S.; ARAÚJO, J. L.; RODRIGUES, C. R. F.; ALVES, A. R. Avaliação da atividade microbiana em função da incorporação de resíduos vegetais no solo. In: FERTBIO, 2004, Lages, **Anais...** Lages, SBCS, 2004. CD-ROM. (b)

SILVA, G. A. **Atividade microbiana e de decomposição de serrapilheira no semi-árido paraibano**. 2003. 51f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos.

SILVA, L. de M. V.; PASQUAL, A. Dinâmica e modelagem da matéria orgânica do solo com ênfase ao ecossistema tropical. **Energia na Agricultura**, v.14, n.3, p.13-24, 1999.

SILVEIRA NETO, S.; MONTEIRO, R. C.; ZUCCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Scientia Agricola**, v.52, n.1, p.9-15, 1995.

SINGH, J. S.; GUPTA, S. R. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. **Revista Botânica**, n.43, p.449-528, 1977.

SINGH, J.; PILLAI, K. S. A study of soil microarthropod communities in some fields. **Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol**, v.12, n.3, p.579-590, 1975.

SIQUEIRA, J. O. Atividade biológica do solo e produção agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24, 1993, Goiânia, **Resumos**, v.1, p.31-32, 1993.

SOUSA, R. F. de. **Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semi-árido paraibano**. 2007. 180f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

SOUSA, S. M. S. das C. **Relações entre vegetação, relevo, fertilidade do solo e matéria orgânica em bacia hidrográfica de região semi-árida**. 2006. 64f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SOUTO, P. C.; BAKKE, I. A.; SOUTO, J. S.; OLIVEIRA, V. M. de. Cinética da respiração edáfica em dois ambientes distintos no semi-árido da Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, v.22, n3, p 52-58, 2009.

SOUTO, P. C.; SOUTO J. S.; MIRANDA, J. R. P. de; SANTOS, R. V. dos; ALVES, A. R. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solos sob caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.32, p.151-160, 2008.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V. dos; SALES, F. das C.; LEITE, R. de A.; SOUSA, A. A. de. Decomposição da serapilheira e atividade microbiana em área de caatinga. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil.** 2006. 150f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, D. R.; SANTOS, R. V. dos; SALES, F. das C. V.; SOUTO, L. S.; OLIVEIRA, F. L. N. de. Determinação das características biológicas de solos sob caatinga preservada, mata ciliar, pastagem e área degradada no semi-árido da Paraíba. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2005, Recife, **Anais...** Recife, CBCS, 2005. CD-ROM.

SOUTO, P. C.; OLIVEIRA, F. L. N. de; ARAÚJO, E. N de; JESUS, C. A. C. de; LIMA, A. N. de; SOUTO, J. S. Comparação do fluxo de CO₂ entre áreas de plantio de sombreiro (*Elitoria fairchildiana*) e de acerola (*Malpighia glabra* L.). In: FERTBIO, 2004, Lages, **Anais...** Lages, SBCS, 2004. CD-ROM.

SOUTO, P. C. **Estudo da dinâmica de decomposição de esterco na recuperação de solos degradados no semi-árido paraibano.** 2002. 110f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. Decomposition in terrestrial ecosystems. *Studies in ecology*, v.5. **Blackwell Scientific**, Oxford, 1979. 238p.

TAKEDA, H. Ecological studies of collembolan populations in a pine forest soil. IV. Comparison of distribution patterns. **Researches on Population Ecology**, v.21, p.120-134, 1979.

TEDESCO, J. M.; VOLKWEISS, S. J. BOHNEN, H. **Análises do solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 188p. (Boletim Técnico).

TELES, M. M. F. **Cobertura vegetal do município de São João do Cariri-PB: distribuição espacial da caatinga: uso de lenha como fonte de energia.** 2005. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

TOEBE, M.; CASALI, C. A.; ANTONIOLLI, Z. I.; SANTOS, D. R. dos; DENEGA, G. L. Efeito da adubação sobre a fauna do solo e na produtividade de culturas. In: XVI REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2006, Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CD-ROM.

TOLEDO, L. O. **Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no município de Pinheiral, RJ.** 2003. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

TREVISAN, R.; MATTOS, M. L. T.; HERTER, F. G. Atividade microbiana em argissolo vermelho-amarelo distrófico típico coberto com aveia preta (*Avena sp.*) no outono, em um pomar de pessegueiro. **Científica Rural**, v.7, n.2, p.83-89. 2002.

TROVÃO, D. M. de B. M.; SILVA, S. da C.; SILVA, A. B.; VIERA JÚNIOR, R. L. Estudo comparativo entre três fisionomias de caatinga no estado da Paraíba e análise do uso das espécies vegetais pelo homem nas áreas de estudo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.4, n.2, 2004. p.1-5. (a)

TROVÃO, D. M. de B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A. de.; DANTAS NETO, J.; OLIVEIRA, A. B. de.; QUEIROZ, J. A. Avaliação do potencial hídrico de espécies da Caatinga sob diferentes níveis de umidade do solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.4, n.2, 2004. (b)

TSAI, S. M.; CARDOSO, E. J. B. N.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Campinas, 1992. 360p.

VERGINASSI, A.; RIBEIRO; N. B. P. LACERDA, K. A. P.; BRAIT, M. A. H.; PEREIRA, H. S.; CARNEIRO, M. A. C.; CORDEIRO, M. A. S. Biomassa e atividade microbiana em um Latossolo Vermelho distroférrico de cerrado sob diferentes usos. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

VITTI, M. R.; VIDAL, M. B.; MORSELLI, T. B. G. A.; FARIA, J. L. C.; CAPPELLARO, T. H. Estudo da mesofauna (ácaros e colêmbolos) em um pomar de pessegueiro conduzido sob uma perspectiva agroecológica. In: FERTBIO, 2004, Lages, **Anais...** Lages: SBCS, 2004. CD-ROM.

YADA, M. M.; POÇAS, E.; BERALDO, J. M.; AULER, P.; BALOTA, E. L. O manejo na cultura dos citros e a atividade microbiana no solo. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

WARDLE, D. A.; GHANI, A. Why is the strength of relationships between pairs of methods for estimating soil microbial biomass often so variable? **Soil Biology and Biochemistry**, v.27, n.6, p.821-828, 1995.

WINK, C; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.4, n.1, p.60-71, 2005.

WRIGHT, A. L.; HONS, F. M.; ROUQUETTE Jr., F. M. Longterm management impacts on soil carbon and nitrogen dynamics of grazed bermudagrass pastures. **Soil Biology and Biochemistry**, v.36, p.1809-1816, 2004.

APÊNDICE

Tabela 1A. Cinética de CO₂ referentes aos tratamentos I, II e III no período de 12 horas (05:00 às 17:00 h), em São João do Cariri - PB

HORAS	MESES	TRATAMENTOS			HORAS	MESES	TRATAMENTOS		
		I	II	III			I	II	III
7	Jan	16,82 a A	17,29 a A	14,49 a A	15	Jan	93,93 bcd A	79,91 d A	90,66 d A
	Fev	14,95 a A	17,99 a A	14,49 a A		Fev	85,05 bcd A	79,21 d A	88,32 d A
	Mar	11,45 a A	16,82 a A	19,86 a A		Mar	91,59 bcd A	114,72 cd A	99,54 cd A
	Abr	22,66 a A	25,23 a A	25,23 a A		Abr	78,97 bcd B	143,00 bc A	138,56 ab A
	Mai	8,88 a A	13,79 a A	13,55 a A		Mai	59,58 d B	143,93 bc A	121,73 bcd A
	Jun	43,69 a A	11,45 a B	14,72 a B		Jun	112,85 ab B	165,19 ab A	134,82 bc B
	Jul	22,66 a A	21,26 a A	14,72 a A		Jul	97,90 bc B	136,69 bc A	132,95 bc A
	Ago	12,15 a A	16,82 a A	10,98 a A		Ago	67,99 cd B	112,62 cd A	106,55 bcd A
	Set	13,32 a A	12,15 a A	15,19 a A		Set	83,65 bcd A	97,43 d A	109,12 bcd A
	Out	21,96 a A	20,56 a A	15,42 a A		Out	84,82 bcd A	94,16 d A	94,40 d A
	Nov	17,29 a A	21,73 a A	20,09 a A		Nov	83,41 bcd A	98,37 d A	101,17 cd A
	Dez	28,51 a A	38,09 a A	27,34 a A		Dez	137,15 a B	182,72 a A	171,73 a A
9	Jan	33,18 ab A	32,24 d A	55,84 a A	17	Jan	78,97 de A	72,67 c A	81,08 d A
	Fev	25,00 b A	37,85 cd A	30,14 a A		Fev	77,81 e A	76,64 c A	77,81 cd A
	Mar	27,57 b A	23,60 d A	33,88 a A		Mar	111,92 bcde A	99,54 bc A	96,73 cd A
	Abr	27,34 b A	48,37 bcd A	37,38 a A		Abr	128,51 abc AB	103,27 bc B	147,20 a A
	Mai	17,76 b B	75,47 ab A	24,07 a B		Mai	140,42 ab A	103,98 bc B	123,37 abc AB
	Jun	36,45 ab B	98,13 a A	28,74 a B		Jun	164,26 a A	148,14 a AB	118,81 abcd B
	Jul	40,42 ab A	47,20 bcd A	32,01 a A		Jul	152,57 a A	131,43 ab A	151,87 a A
	Ago	32,94 ab A	33,88 d A	20,33 a A		Ago	129,21 abc A	125,82 ab A	123,84 abc A
	Set	26,64 b A	31,54 d A	32,71 a A		Set	114,49 bcd AB	129,33 ab A	98,83 bcd B
	Out	27,80 b A	33,88 d A	32,48 a A		Out	94,28 cde A	122,90 ab A	99,77 bcd A
	Nov	23,60 b A	32,71 d A	37,62 a A		Nov	99,19 cde A	104,44 bc A	89,96 cd A
	Dez	67,29 a A	71,03 abc A	38,32 a B		Dez	149,72 a A	142,88 a AB	129,91 ab B
11	Jan	44,16 cd A	54,91 d A	46,50 bc A	13	Jan	56,78 bc A	57,01 e A	55,14 b A
	Fev	38,79 d A	55,14 d A	34,35 c A		Fev	55,84 bc A	73,37 de A	59,58 b A
	Mar	68,69 bcd A	69,63 bcd A	60,75 bc A		Mar	86,92 b A	86,92 cde A	59,11 b B
	Abr	76,17 bc B	107,01 a A	75,94 b B		Abr	48,60 c C	151,87 a A	89,02 ab B
	Mai	48,37 cd B	119,40 a A	67,76 bc B		Mai	50,70 bc B	106,78 bcd A	58,88 b B
	Jun	96,26 b A	94,40 abc A	53,74 bc B		Jun	65,89 bc B	122,43 abc A	72,67 ab B
	Jul	72,90 bcd A	70,33 bcd A	49,30 bc A		Jul	83,65 bc B	127,11 ab A	79,91 ab B
	Ago	53,04 cd A	60,52 cd A	42,99 bc A		Ago	71,26 bc B	104,91 bcd A	66,82 ab B
	Set	47,43 cd A	60,52 cd A	54,44 bc A		Set	75,94 bc A	85,52 de A	70,80 ab A
	Out	46,03 cd A	50,70 d A	50,94 bc A		Out	71,03 bc A	75,94 de A	58,41 b A
	Nov	36,68 d A	62,85 cd A	53,04 bc A		Nov	68,69 bc A	68,46 e A	63,79 b A
	Dez	133,65 a A	103,27 ab B	112,39 a AB		Dez	155,38 a A	152,81 a A	101,17 a B

* Letras minúsculas iguais não diferem mensalmente, enquanto letras maiúsculas iguais não há diferença entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 1B. Estimativa dos parâmetros do modelo de regressão linear da cinética de CO₂ (y) em função do tempo (x), referentes aos tratamentos I, II e III, em São João do Cariri - PB

Meses	Tratamentos	Cinética de CO ₂ (y)			
		B ₂	B ₁	B ₀	R ² *
Janeiro	T ₁		7,2232x	- 32,705	0,88
	T ₂		6,0282x	- 20,001	0,90
	T ₃		6,372x	- 19,181	0,78
Fevereiro	T ₁		7,3066x	- 38,106	0,93
	T ₂	- 0,7051x ²	23,145x	- 111,27	0,99
	T ₃		7,3767x	- 37,74	0,90
Março	T ₁	- 0,557x ²	23,549x	- 129,52	0,97
	T ₂	- 0,8157x ²	29,637x	- 160,13	0,92
	T ₃		8,2813x	- 37,73	0,92
Abril	T ₁	0,6717x ²	- 6,7425x	40,05	0,82
	T ₂	- 2,6088x ²	72,881x	- 372,02	0,90
	T ₃		13,235x	- 73,261	0,97
Maio	T ₁	1,2183x ²	- 18,018x	80,847	0,89
	T ₂	- 2,3897x ²	66,549x	- 332,7	0,92
	T ₃		11,903x	- 74,608	0,91
Junho	T ₁	1,0796x ²	- 14,458x	92,007	0,85
	T ₂	- 1,4854x ²	48,686x	- 246,39	0,90
	T ₃		12,252x	- 76,438	0,90
Julho	T ₁		11,896x	- 64,403	0,94
	T ₂	- 0,9383x ²	35,034x	- 185,35	0,94
	T ₃	0,6749x ²	- 1,6372x	- 8,6157	0,98
Agosto	T ₁		10,124x	- 60,386	0,89
	T ₂		11,794x	- 65,771	0,96
	T ₃		12,097x	- 83,24	0,97
Setembro	T ₁		10,077x	- 60,682	0,98
	T ₂		11,551x	- 69,195	0,99
	T ₃		9,4829x	- 50,281	0,93
Outubro	T ₁		7,9659x	- 37,937	0,97
	T ₂		10,254x	- 56,691	0,99
	T ₃	0,0522x ²	7,5336x	- 39,953	0,97
Novembro	T ₁		8,8704x	- 51,634	0,97
	T ₂		8,802x	- 40,864	0,97
	T ₃		7,8674x	- 33,465	0,91
Dezembro	T ₁	- 2,0956x ²	62,257x	- 308,92	0,95
	T ₂	- 1,6663x ²	52,971x	- 261,13	0,91
	T ₃	- 1,2413x ²	42,675x	- 222,06	0,82

* Diferenciam estatisticamente a p < 0,05.

Tabela 1C. Questionário aplicado aos proprietários rurais de São João do Cariri - PB

FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS

DATA: _____ PESQUISADOR: _____ LOCALIDADE: _____
 NOME DA PROPRIEDADE: _____ TAMANHO DA PROPRIEDADE: _____
 NOME DO(A) PRODUTOR(A): _____ Nº DE PESSOAS RESIDENTES: _____

1. SITUAÇÃO ESCOLAR Alfabetizado () sim () não a) 1º Grau incompleto () c) 2º Grau completo () b) 1º Grau completo () d) 3º Grau completo ()		2. RENDA FAMILIAR a) Menos de 1 salário mínimo () d) Até 2 salários mínimos () b) 1 salário mínimo () e) Até 3 salários mínimos () c) Até 1½ salário mínimo () f) Acima de 5 salários mínimos ()	
3. FONTE DE RENDA a) Aposentadoria () d) Autônomo () g) Mineração () b) Trabalho assalariado () e) Agricultura () h) Extrativismo () c) Renda enviada por parente () f) Pecuária () i) Outro: _____		4. RECURSOS EXISTENTES a) Energia elétrica () d) Fogão gás () b) Água encanada () e) Geladeira () c) Rede de esgoto () f) Antena parabólica ()	
5. ABASTECIMENTO DE ÁGUA			
5.1. Armazenamento de água das chuvas a) Caixa d'água () b) Cisternas () c) Açudes () d) Outro: _____	5.2. Fonte principal de água a) Poço amazonas () b) Poço tubular () c) Açude () d) Outro: _____	5.3. Forma de abastecimento domiciliar a) Lata () d) Encanada () b) Animais () e) Carroça c) Carro pipa () f) Outro: _____	
6. UTILIZAÇÃO DA CAATINGA			
a) Lenha (uso doméstico) () d) Lenha (venda) () g) Frutos () Quais: _____ b) Lenha (carvão) () e) Cerca () h) Sementes () Quais: _____ c) Lenha (olaria) () f) Outro: _____ i) Plantas medicinais () Quais: _____		j) Tipos de madeiras: _____	
7. TÉCNICAS DE USO DA CAATINGA			
7.1. Tipos de técnicas de uso da caatinga Sim () Não () Ocasionalmente () a) Raleamento () b) Queima de espécies cactáceas () c) Plantio de palma () d) Plantio de outras espécies forrageiras ()		7.2. Área destinada à reserva ambiental Sim () Não () Tamanho da área: _____	
8. PECUÁRIA			
8.1. Sistema de manejo de animais a) Controle zootécnico Sim () Não () b) Vermifugação Sim () Não () c) Vacinação Sim () Não ()		8.2. Tamanho dos rebanhos a) Pequeno - até 25 cabeças () b) Médio - de 26 a 50 cabeças () c) Grande - acima de 50 cabeças ()	
8.3. Raças utilizadas	Caprino a) Moxotó () b) Canindé () c) Anglo Nubiano () d) SRD (Sem Raça Definida) ()		Ovino a) Morada Nova () b) Santa Inês () c) SRD (Sem Raça Definida) ()
	8.4. Suporte alimentar na época seca: a) Concentrado () b) Feno () c) Silagem () d) Outro: _____ e) Não tem ()		
8.5. Utilização de esterco caprino nos roçados ou capineiras: Sim () Não () Uso de capineira: _____			
8.6. Pressão de pastejo (Nº de animais/ha): _____			
9. ARMAZENAMENTO DA ALIMENTAÇÃO ANIMAL Sim () Não () a) Estoque para um ano () b) Estoque para mais de um ano ()			
10. REDUÇÃO DOS REBANHOS NA ÉPOCA SECA Sim () Não () a) Antes das estiagens () b) Durante as estiagens ()			
11. ESPÉCIES VEGETAIS DE MAIOR UTILIZAÇÃO ANIMAL a) Palmatória () b) Faxeiro () c) Mandacaru () d) Faveleira () e) Xique-xique () f) Marmeleiro () g) Maniçoba () h) Catingueira () i) Pereiro () j) Umbuzeiro () l) Mofumbo () m) Pinhão () n) Malva () o) Jurema preta () p) Jurema branca () q) Coroa de frade () r) Outro: _____			
12. PARTE DAS PLANTAS CONSUMIDAS PELOS CAPRINOS a) Plântula () b) Folha nova () c) Folha madura () d) Caule e folhas () e) Flor () f) Ramos () g) Fruto ()			
13. ORGANISMOS EDÁFICOS MAIS ENCONTRADOS a) Ácaro () b) Aranha () c) Besouro () d) Escorpião () e) Formiga () f) Cupim () g) Lagarta/emboá () h) Grilo/gafanhoto () i) Outro: _____			
14. LOCALIZAÇÃO DOS ORGANISMOS EDÁFICOS a) Pastagem nativa () b) Mata nativa () c) Área de reserva ambiental () d) Plantio () e) Outro: _____			
15. OS ORGANISMOS EDÁFICOS SÃO BENEFÍCIOS AO SOLO: Sim () Não ()			
16. ORIENTAÇÃO TÉCNICA PARA ENFRENTAR AS ESTIAGENS			
16.1. Informados das previsões de chuvas Sim () Não ()		16.2. Fazem experiência Sim () Não () Quais: _____	
17. Outras informações:			