



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



BIOTA DO SOLO E ATIVIDADE MICROBIANA DE ÁREAS EM DIFERENTES
ESTÁGIOS SUCESSIONAIS E ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS NO MUNICÍPIO
DE SANTA TEREZINHA – PB

KARINA GUEDES CORREIA

Orientadores: Prof. Jacob Silva Souto, Dr.
Prof. Pedro Dantas Fernandes, Dr.

Campina Grande – PB
2010

KARINA GUEDES CORREIA

BIOTA DO SOLO E ATIVIDADE MICROBIANA DE ÁREAS EM DIFERENTES
ESTÁGIOS SUCESSIONAIS E ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS NO MUNICÍPIO
DE SANTA TEREZINHA – PB

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutora em Recursos Naturais.

Orientadores: Prof. Jacob Silva Souto, Dr.
Prof. Pedro Dantas Fernandes, Dr.

Campina Grande – PB

2010

KARINA GUEDES CORREIA

BIOTA DO SOLO E ATIVIDADE MICROBIANA DE ÁREAS EM DIFERENTES
ESTÁGIOS SUCESSIONAIS E ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS NO MUNICÍPIO
DE SANTA TEREZINHA – PB

BANCA EXAMINADORA

Dr. Jacob Silva Souto – CSTR/UFCG
(Orientador)

Dr. Pedro Dantas Fernandes – UFCG/INSA – MCT
(Orientador)

Dr^a. Annemarie Konig – CTRN/UFCG

Dr. Marx Prestes Barbosa – CTRN/UFCG

Dr. Alberício Pereira de Andrade – INSA – MCT

Dr. Judenor Fernandes Filgueiras – UAEF/UFCG

Campina Grande
2010

*“Não poderemos ser autênticos se não formos corajosos.
Não poderemos ser originais se não lançarmos mão do destemor.
Não poderemos amar se não correremos riscos.
Não poderemos pesquisar ou perceber a realidade se não fizermos uso
da ousadia.”*

Hammed - Os Prazeres da Alma

Dedicatória

A minha Mãe Nílveda Guedes

Que se fez colo e luz

Para me conceber, criar e educar

A meu Pai Antônio Correia

Que desenhou e moldurou a minha vida

A meu Irmão Gledson Guedes companheiro de vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela graça da vida, saúde e certeza da vitória;

Aos meus pais Antônio Correia e Nilvanda Guedes, por tudo que me propiciaram na vida;

A meu irmão Gledson Guedes Correia, pelo eterno laço de amizade, convivência, amor e carinho que sempre esteve presente em minha vida, sem vocês nenhuma conquista teria sentido;

A amada Zefinha, pessoa na qual meus pais depositaram total confiança, e contribuiu significativamente na criação minha e de meu irmão, que teve a difícil tarefa de ir morar em Recife, para que pudéssemos concluir nossa formação educacional e profissional;

A minha cunhada Andrezza Viegas pela amizade;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão da bolsa de estudo;

Aos meus orientadores Dr. Jacob Silva Souto pelos ensinamentos e ao Dr. Pedro Dantas Fernandes pela inquestionável contribuição na minha formação acadêmica e de vida;

A Tatiana da Silva Santos pela amizade, orientação e realização das análises estatísticas a quem carinhosamente apelidei de "My Personal Statistician";

A coordenação e aos professores do Curso de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande;

Ao proprietário da Fazenda Tamanduá, o Dr. Pierre Landolt por permitir o desenvolvimento da pesquisa em sua propriedade e proporcionar total apoio a nossa pesquisa;

A Rede de Pesquisa Colaborativa (Collaborative Research Network-CRN) chamada "TROPY-DRY" (Tropical Dry Forests), pelo financiamento de parte da pesquisa;

Aos professores Rômulo Menezes e Everardo Sampaio pelo apoio na instalação do experimento;

Aos amigos da Fazenda Tamanduá, Célia, Silvana, Euda e principalmente o Manoel que sempre, nos receberam com carinho, viabilizando a execução do trabalho;

Ao Sr. Jorge funcionário da Fazenda Tamanduá e a Kallianna Dantas que nos auxiliaram desde a implantação até a coleta do último dado em campo;

A Bruna Vieira, Francisco Sales (Chicão), Joab Medeiros e Manoella Rodrigues, alunos dos cursos de Ciências Biológicas e Engenharia Florestal da UFCG, campus de Patos, que nos ajudaram no decorrer de todo o trabalho em campo;

A Prefeitura Municipal de Santa Terezinha, com especial agradecimento à Secretaria de Saúde e aos Agentes Comunitários de Saúde do município, que dedicaram seu tempo e conhecimento nas entrevistas com a população rural, e conosco;

A Francisco Alves (Doutor.), Francisco Oliveira (Chico), Wilson Barros e Sr. Pedro que ajudaram a conduzir as análises de solo feitas no decorrer do experimento, além das amizades conquistadas;

Aos amigos Reginaldo Gomes Nobre e Antonio Evami Cavalcante Sousa pela troca de experiências, encorajamento e momentos de descontração;

Aos colegas do Doutorado aqui representados por Lincoln Eloi de Araújo e Maria José do Santos por compartilharmos juntos as dificuldades dentro do curso e em nossas vidas;

A minha priminha Maria Laura que com sua inocência de criança, carinho e brincadeiras me fazia esquecer os problemas que surgiram no decorrer desse curso;

A Branca linda de Tia, Sayara pelo carinho e amor a mim dedicados;

A minha Avó Faraildes Guedes (Fá) que com seus 95 anos de lucidez, sempre perguntou como andavam minhas pesquisas e Invocava Nossa Senhora proteção para mim;

A minha Tia Nigerce Guedes pelo grande coração e apoio;

A minha amada prima e madrinha Edjanece Guedes, exemplo de força e determinação, pelas longas conversas, sempre apoiando e dizendo vá em frente;

A Família Guedes: Vera, Edielson, Edeltrudes, Lourena, Ítalo, Edjane, Edjanara, Alberes e Suênia;

A Família Correia: Alba, Aurenir, Adelaide, Anibal, Penha, Daniel, Amanda e Davi;

A minha amiga Francileide, que sempre presente nas minhas chegadas dizendo “A casa está florida” e nas partidas “Que Deus te acompanhe”;

As minhas amigas Andrea Santos, Adriana Guedes, Aninha Braga, Erika Gomes, Elizamar Ciríaco e Patricia Santos que sempre estiveram presentes encorajando e participando comigo dessa jornada rumo a um Sonho, que agora se concretiza;

As amigas Karina Andrade, Cassandra Queiroz, Charlane Souto e Tatiana Silva pela amizade, companheirismo e alegrias vividas nestes anos que estou em Campina Grande;

Aos amigos conquistados na UFCCG, Ana Kelliane, Allan Nunes, Cláudio Uyeda, Doroteu Honório, Elka Costa, Eloy Jr., Frederico Soares, Gilberto Gouveia Neto, Janivan Suassuna, Leandro Andrade, Madson da Silva, Rossini Daniel, Walber Breno Moraes;

A todas as pessoas que, de algum modo, contribuíram para que nosso objetivo fosse alcançado com êxito.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

SUMÁRIO	1
LISTA DE TABELAS	7
RESUMO	10
ABSTRACT	12
1. REFERENCIAL TEÓRICO	14
1.1 Bioma Caatinga	14
1.2 Atividade Microbiana	15
1.3 A Matéria Orgânica do Solo	17
1.4 O Ambiente Edáfico	18
1.5 Organismos Edáficos	20
1.5.1. Macrofauna Edáfica	20
1.5.2 Mesofauna Edáfica	22
1.6 Vulnerabilidade Ambiental	23
1.6.1. As Vulnerabilidades e a Construção dos Desastres no Semiárido	26
1.6.2. Legislação Ambiental Brasileira	27
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
CAPÍTULO I	35
RESUMO	36
ABSTRACT	37
1. INTRODUÇÃO	38
2. MATERIAL E MÉTODOS	42
2.1 Localização da Área Experimental	42
2.2 Demarcação das Áreas Experimentais (tratamentos)	42
2.5 Determinação da Fração Leve da MOS, com densidade $<1 \text{ kg dm}^{-3}$	48
2.6 Caracterização dos Organismos do Solo	49

2.6.1. Macrofauna Edáfica	49
2.6.2 Mesofauna Edáfica	51
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
3.1 Condições Edafoclimáticas	54
3.1.1 Temperatura do Solo	54
3.1.2 Pluviosidade e Conteúdo de Água do Solo	55
3.2. Atividade Microbiana	56
3.3 Carbono Orgânico (CO) e Matéria Orgânica (MO)	62
3.4. Matéria Orgânica Leve do Solo (MOL)	63
3.5 Macrofauna do Solo	66
3.5.1 Densidade e Frequência Relativa dos Grupos Faunísticos	66
3.5.2 Índices de Diversidade e Uniformidade	70
3.5.3 Análise de Agrupamento para a Macrofauna Edáfica	73
3.6 Mesofauna do Solo	76
3.6.1 Composição da Comunidade do Solo	76
3.6.2 Densidade e Percentual dos Grupos Faunísticos	76
3.6.3 Índices de Diversidade e Uniformidade	81
3.6.4 Análise de Agrupamento para a Mesofauna Edáfica	84
4. CONCLUSÕES	87
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
CAPÍTULO II	97
RESUMO	98
ABSTRACT	99
1. INTRODUÇÃO	100
2. MATERIAL E MÉTODOS	102
2.1 Diagnóstico Sócio-Econômico	102
2.2 Códigos e Critérios de Estratificação	103
2.3 Tabulação de Dados e Valores Máximos, Mínimos e Valor Significativo	103
Encontrado	103

2.4 Parâmetro de Determinação dos Fatores de Vulnerabilidade	104
2.5 Magnitude da Vulnerabilidade	105
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	106
3.1 Vulnerabilidade Social	106
3.2 Vulnerabilidade Econômica	111
3.3 Vulnerabilidade Tecnológica	115
3.4 Vulnerabilidade às Secas	118
4. CONCLUSÕES	124
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
APÊNDICE	127

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1. Mapa do Estado da Paraíba, com destaque para a localização do município de Santa Terezinha - PB 42
- Figura 2. Modelo esquemático das áreas e distribuição dos pontos de coleta no transecto para os quatro estágios sucessionais considerados no estudo: pasto, inicial, secundário e clímax. Santa Terezinha, 2007. 45
- Figura 3. Frasco de vidro contendo solução 10 ml de KOH 0,5N (A) e balde de PVC cobrindo a amostra visão da amontoa de solo nas bordas (B). 46
- Figura 4. Determinação da temperatura do solo na superfície com termômetro digital (A) e retirada de amostra do solo na profundidade de 10 cm para a determinação do conteúdo de água (B). 47
- Figura 5. Amostra de solo TFSA após peneiramento (A) e processo de lavagem da amostra em água corrente (B). 48
- Figura 6. Transferência do material após lavagem para copos descartáveis de 500 ml (A) e agitação com bastão de vidro para flotação da MOL (B). 49
- Figura 7. Vista da armadilha PROVID (A) e disposição no ponto de coleta (B). 50
- Figura 8. Vista do solo umedecido para a retirada da amostra da mesofauna utilizando anéis metálicos (A) e disco de TNT e filo para acomodação da amostra (B). 51
- Figura 9. Vista da colocação dos anéis com a amostra para a separação da mesofauna edáfica (A) e funis para a coleta os organismos e fixação no álcool a 70% (B) utilizando o equipamento de Berlese-Tullgren modificado. 52
- Figura 10. Temperatura do solo durante os períodos seco (A) e chuvoso (B), na superfície e a 10 cm de profundidade, medida as 5:00 e as 17:00 horas, nos quatro estágios de regeneração da caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008. 54
- Figura 11. Valores médios da produção de CO₂ (mgCO₂m⁻²h⁻¹) do solo entre os períodos diurno e noturno nas áreas de pasto (A), inicial (B), secundário (C) e clímax (D) durante o período seco na caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007. 59
- Figura 12. Valores médios da produção de CO₂ (mgCO₂m⁻²h⁻¹) do solo entre os períodos diurno e noturno nas áreas de Pasto (A), Inicial (B), Secundário (C) e Clímax (D) durante o Período Chuvoso na caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2008. 61

Figura 13.	Dendrogramas a partir da distância de ligação referente aos organismos da macrofauna para as áreas de pasto (A) e (B), inicial (C) e (D) para os períodos seco e chuvoso, respectivamente, município de Santa Terezinha – PB.	73
Figura 14.	Dendrogramas a partir da distância de ligação referente aos organismos da macrofauna para as áreas de Secundário (A) e (B) e Clímax (C) e (D) para os períodos seco e chuvoso, respectivamente, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	75
Figura 15.	Temperatura do solo na superfície (A) e a 10 cm de profundidade (B), durante o período seco na Caatinga em áreas de diferentes estágios sucessionais, município de Santa Terezinha (PB), 2007.	78
Figura 16.	Temperatura do solo na superfície (A) e a 10 cm de profundidade (B), durante o período chuvoso na Caatinga em áreas de diferentes estágios sucessionais, município de Santa Terezinha (PB), 2008.	79
Figura 17.	Dendrogramas a partir da distância de ligação referente aos organismos da mesofauna para as áreas de pasto (A) e (B), inicial (C) e (D) para os períodos seco e chuvoso, respectivamente. Município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	84
Figura 18.	Dendrogramas a partir da distância de ligação referente aos organismos da macrofauna para as áreas de secundário (A) e (B) e clímax (C) e (D) para os períodos seco e chuvoso, respectivamente. Município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	85

CAPÍTULO II

Figura 1.	Vulnerabilidade Social.	106
Figura 2.	Faixa etária (A) e nível de escolaridade (B) dos entrevistados.	107
Figura 3.	Localização da residência (A) e tipo de habitação(B) do produtor.	107
Figura 4.	Tipo de fonte de energia utilizada pela população	108
Figura 5.	Qualidade da água consumida	109
Figura 6.	Forma de eliminação do esgoto (A) e do lixo (B)	109
Figura 7.	Tipo de piso (A) e cobertura de telhado (B) utilizado nas residências.	110
Figura 8.	Eletrodomésticos utilizados.	111
Figura 9.	Vulnerabilidade Econômica.	112
Figura 10.	Animais de trabalho (A) e de produção (B).	112
Figura 11.	Comercialização da produção agrícola (A) e pecuária (B)	113
Figura 12.	Fonte principal de crédito utilizada.	114
Figura 13.	Fonte de renda dos entrevistados.	114

Figura 14.	Vulnerabilidade Tecnológica.	115
Figura 15.	Tipo de posse da terra.	115
Figura 16.	Ferramentas de tração utilizadas no preparo para o cultivo da terra.	116
Figura 17.	Tipo de plantio	116
Figura 18.	Presença de conflitos ambientais (A) e utilização de irrigação (B).	117
Figura 19.	Utilização de assistência técnica para o cultivo (A) e execução de obras de contenção do solo.	117
Figura 20.	Vulnerabilidade à Secas.	118
Figura 21.	Captação da água da chuva (A) e manutenção das fontes de água para abastecimento humano durante o ano (B).	120
Figura 22.	Fontes de água para abastecimento animal (A) e para a irrigação (B) durante todo o ano.	120
Figura 23.	Uso de racionamento de água (A) e aproveitamento das águas residuais (B).	121
Figura 24.	Manejo da Caatinga (A) e previsão do tempo (B).	122
Figura 25.	Ocupação durante as estiagens (A) e planejamento da produção (B).	122
Figura 26.	Comercialização da produção (A) e fonte de renda (B).	123

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1.	Localização geográfica das parcelas experimentais nos quatro estágios sucessionais de regeneração da Caatinga, no município de Santa Terezinha – PB, 2007.	44
Tabela 2.	Caracterização química e física do solo das áreas experimentais, durante os períodos seco e chuvoso na caatinga. Município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	48
Tabela 3.	Pluviosidade (mm) e conteúdo de água no solo (%) determinada na profundidade de 0 – 10 cm durante os períodos seco e chuvoso, nos quatro estágios sucessionais da caatinga, no município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	55
Tabela 4.	Resumo da ANOVA para os valores médios da evolução de CO ₂ do solo para os períodos seco e chuvoso, nos quatro estágios sucessionais da caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	57
Tabela 5.	Médias do desbobrimento da interação A x M durante o período chuvoso, para os períodos diurno e noturno de avaliação da evolução de CO ₂ do solo nos quatro estágios sucessionais da caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	58
Tabela 6.	Resumo da ANOVA para os valores médios do carbono orgânico (CO) e da matéria orgânica (MO) do solo para os períodos seco e chuvoso, nos quatro estágios sucessionais da caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	62
Tabela 7.	Médias do desdobramento da interação A x M durante o período chuvoso, para o percentual de carbono orgânico do solo (%), nos quatro estágios sucessionais da caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	63
Tabela 8.	Resumo da ANOVA para os valores médios da matéria orgânica leve do solo (MOL) durante os períodos seco e chuvoso, nos quatro estágios sucessionais da caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	64
Tabela 9.	Médias do desbobrimento da interação A x M durante o Período Chuvoso, para a matéria orgânica leve do solo (MOL), nos quatro estágios sucessionais da caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	65
Tabela 10.	Número médio de indivíduos e frequência relativa (%) da macrofauna durante os períodos seco e chuvoso na caatinga, em quatro diferentes	

	estágios sucessionais, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	68
Tabela 11.	Índices de Shannon (H) e Índice de Pielou (e) encontrados no período Seco e Chuvoso nos quatro estágios sucessionais da caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	71
Tabela 12.	Comparação das médias dos índices de Shannon e Pielou para a macrofauna, nos quatro estágios sucessionais estudados, durante os períodos seco e chuvoso na caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	72
Tabela 13.	Densidade de indivíduos e percentual relativo dos grupos faunísticos da mesofauna do solo, durante os períodos seco e chuvoso para os quatro estágios sucessionais na caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	77
Tabela 14.	Índices de Shannon (H) e Índice de Pielou (e) encontrados nos períodos seco e chuvoso nos quatro estágios sucessionais, durante os períodos seco e chuvoso na caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	82
Tabela 15.	Comparação das medias dos índices de Shannon e Pielou para a mesofauna, nos quatro estágios sucessionais estudados, durante os períodos seco e chuvoso na caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.	83
 CAPÍTULO II		
Tabela 1.	Divisão das classes de vulnerabilidade (V).	105
Tabela 2.	Salubridade rural da população da zona rural do município de Santa Terezinha – PB, 2008 - 2009.	110
Tabela 3.	Produção vegetal da comunidade da zona rural do município de Santa Terezinha – PB, 2008 - 2009.	113
Tabela 4.	Armazenamento de água da população da zona rural do município de Santa Terezinha – PB, 2008 - 2009.	119
Tabela 5.	Abastecimento domiciliar de água da população da zona rural do município de Santa Terezinha – PB, 2008 - 2009.	121

LISTA DE ABREVIACES

ACS – Agente Comunitário de Saúde

CO – Carbono Orgânico

COT – Carbono Orgânico Total

MOL – Matéria Orgânica Leve

TNT – Tecido Não Tecido

REGENERAÇÃO DA CAATINGA E VULNERABILIDADE SÓCIO-ECONÔMICA AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SANTA TEREZINHA, PARAÍBA, BRASIL

RESUMO

A Caatinga se encontra, atualmente em acentuado processo de degradação, ocasionado, principalmente, por desmatamento e uso inadequado dos recursos naturais, na qual se verifica perdas irreversíveis da diversidade florística e faunística, aceleração do processo de erosão e declínio da fertilidade dos solos. Este trabalho objetivou-se avaliar a evolução de CO₂ do solo, quantificar a matéria orgânica, o carbono orgânico, a matéria orgânica leve do solo; conhecer a diversidade da macro e mesofauna edáfica, em área de caatinga em diferentes estágios de regeneração natural, durante o período de julho de 2007 a junho de 2008, localizada na Fazenda Tamanduá, município de Santa Terezinha, Paraíba. Determinou-se a evolução de CO₂ do solo, a quantificação do carbono orgânico e matéria orgânica e, a matéria orgânica leve do solo, por flotação em água. O teor de umidade do solo e a temperatura são os elementos que mais influenciaram a atividade microbiana. Independente do nível de cobertura vegetal da caatinga, a produção de CO₂ é semelhante nos quatro níveis de regeneração estudados; os maiores teores de carbono orgânico e matéria orgânica ocorrem em área Clímax; a área de pasto recoberta por gramínea aprisiona maior quantidade de matéria orgânica da fração leve, e o carbono orgânico e a matéria orgânica são os parâmetros que melhor refletem o declínio de carbono nos diferentes estágios de regeneração da caatinga, podendo ser utilizados como indicadores da qualidade do solo. Para a avaliação da macrofauna edáfica foram utilizadas armadilhas do tipo PROVID modificada e para a extração da mesofauna utilizou-se do método de Berlese – Tullgren modificado. A disponibilidade hídrica, cobertura vegetal e temperatura são determinantes na distribuição dos grupos faunísticos. Na composição da macrofauna nas diferentes áreas e períodos estudados, os principais grupos são *Hymenoptera* e *Diptera*, no período seco e *Diptera* e *Hymenoptera* no período chuvoso. Os grupos dominantes na mesofauna são *Collembola* e *Acarina*, no período seco e, *Acarina* e *Collembola*, no período chuvoso. A abundância da macro e mesofauna edáfica pouco se altera em função dos estágios sucessionais avaliados. Ao se quantificar as vulnerabilidades e identificar os principais impactos socioeconômicos e ambientais, no município. Os resultados indicam que os índices das vulnerabilidades social, econômica, tecnológica e à secas, com valores 28,1, 66,5, 69 e 70,2%, respectivamente,

relacionam-se as restrições socioeconômicas e ambientais e à ausência de políticas públicas voltadas para as necessidades da população. Os agricultores não têm qualquer assistência técnica por parte de órgãos governamentais, a pobreza retratada é inquietante e a aposentadoria dos camponeses é para muitas famílias a principal ou única fonte de renda. A insuficiência da infra-estrutura hídrica potencializa a vulnerabilidade às secas e a agricultura familiar predomina no município, tendo como base a agricultura de subsistência.

Palavras – chaves: atividade microbiana, semiárido, macrofauna e mesofauna do solo, índices de Shannon e Pielou, pressão antrópica, impacto ambiental.

REGENERATION OF THE CAATINGA AND SOCIO-ECONOMIC ENVIRONMENTAL
VULNERABILITY OF SANTA TEREZINHA COUNTY, PARAÍBA, BRAZIL

ABSTRACT

The Caatinga is currently undergoing in strong process of degradation, caused mainly by deforestation and inappropriate use of natural resources, in which there is irretrievable loss of plants and animals diversity, acceleration of erosion and declining soil fertility. This study aimed to evaluate the evolution of CO₂ from the soil and to quantify the organic matter, organic carbon and light organic matter of the soil, knowing the diversity of macro- and mesofauna in Caatinga at different stages of natural regeneration during the period July 2007 to June 2008, located on the Tamanduá Farm, Santa Terezinha County, Paraíba. It was determined the evolution of CO₂ from the soil, the quantification of organic carbon and organic matter and the light organic matter soil by flotation in water. The content of soil moisture and temperature are the factors that most influenced the microbial activity. Regardless of the level of cover vegetation of the caatinga, the CO₂ production is similar across the four levels of regeneration studied, the highest levels of organic carbon and organic matter occurs in the Climax area, the area covered by pasture grass traps larger amount of organic matter of light fraction and, organic carbon and organic matter are the parameters that best reflect the decline of carbon in different stages of regeneration of the savanna, and can be used as indicators of soil quality. For the evaluation of edaphic macrofauna were used PROVID trap type and modified for the extraction of mesofauna we used the method of Berlese - modified Tullgren. The availability of water, vegetation and temperature are crucial in the distribution of animal groups. In the composition of macrofauna in different areas and periods studied, the main groups are *Hymenoptera* and *Diptera* in the dry season and *Diptera* and *Hymenoptera* in the rainy season. The dominant groups in mesofauna are *Collembola* and *Acarina* in the dry season and *Acarina* and *Collembola* in the rainy season. The abundance of macro and mesofauna little change as a function of successional stages evaluated. When evaluating the vulnerabilities and identify the key socioeconomic and environmental impacts in the city. The results indicate that the contents of the vulnerabilities social, economic, technological and dry, with values 28.1, 66.5, 69 and 70.2%, respectively, relate to the socioeconomic and environmental constraints and lack of public policies geared to the needs of the population. Farmers have no technical

assistance from government agencies, poverty is portrayed disturbing and retirement of the peasants for many families is the main or only source of income. Insufficient water infrastructure enhances the vulnerability to droughts and family farming dominates the city, based on subsistence agriculture.

Key words: microbial activity, semiarid, macrofauna and mesofauna of the soil, Shannon and Pielou index, human pressure, environmental impact.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Bioma Caatinga

O semiárido do Nordeste Brasileiro abrange uma área de 969.589,4 km², distribuído em 1133 municípios e uma população de cerca de 20 milhões de habitantes (BRASIL, 2005), sendo uma região de grande biodiversidade e uma das mais densamente habitadas do mundo (MATALLO JÚNIOR, 2000; SAMPAIO & ARAÚJO, 2005). Nessa região, predominam os solos rasos, com 40 a 60 cm acima da rocha, relativamente ricos em nutrientes e, freqüentemente, com uma camada de seixos e cascalhos à superfície (LEPSCH, 2002); o teor de matéria orgânica é geralmente baixo, e a produtividade depende dos níveis de fertilidade natural e da possibilidade de manter os níveis de fertilidade por meio da ciclagem de nutrientes (SAMPAIO, 1995).

O clima na região é o semiárido que tem como característica marcante a irregularidade do regime pluviométrico, com duas estações definidas: a estação chuvosa (inverno) que se estende por três a cinco meses e a estação seca (verão) com duração de sete a nove meses. As chuvas são irregulares, no tempo e no espaço, ocorrendo, periodicamente, secas prolongadas. Apesar de não ser muito baixa a pluviosidade (500 mm anuais, em média), o balanço hídrico é negativo, principalmente, em virtude da elevada evaporação.

Na região, a evaporação é quatro vezes superior à precipitação (MENDES, 1992). A vegetação típica é a Caatinga, e caracteriza-se por uma formação de floresta seca composta de vegetação xerófila de porte arbóreo, arbustivo e herbáceo, com ampla variação de fisionomia e flora, e elevada diversidade de espécies, predominando representantes de Caesalpinaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae e Cactaceae (TROVÃO et al., 2004).

A Caatinga se encontra, atualmente em acentuado processo de degradação, ocasionado, principalmente, por desmatamento e uso inadequado dos recursos naturais, com menos de 50% de sua cobertura vegetal original. Segundo Drumond et al. (2000), 80% da caatinga são sucessionais e cerca de 40% são mantidos em estado pioneiro de sucessão secundária, consequência de uma utilização meramente extrativista-predatória, em que se verificam perdas irrecuperáveis da diversidade florística e faunística, aceleração do processo de erosão e declínio da fertilidade dos solos.

A retirada da vegetação nativa nas regiões semiáridas do Nordeste, aliada a longos períodos de estiagem, provoca acentuada degradação do solo, deixando-o totalmente descoberto e exposto por mais tempo às ações da temperatura e dos ventos, reduzindo, conseqüentemente, seu potencial produtivo, com danos muitas vezes irreversíveis ao meio (TREVISSAN et al., 2002; SOUTO et al., 2005; MENEZES et al., 2005).

Apesar de sua grande abrangência, a caatinga é, proporcionalmente, a menos estudada e menos protegida das composições florísticas brasileiras. Embora tão pouco estudada, dispõe de espécies vegetais de importância incontestável nas suas formações (TROVÃO et al., 2004). Arriel et al. (2004) mencionam que muitas plantas da região do semiárido são de fundamental importância nesse ecossistema, por apresentarem alta resistência às adversidades do ambiente e constituírem importante fonte de alimentos para a fauna. O caráter xerófilo dessas plantas permite a sua sobrevivência, mesmo em períodos de secas prolongadas, contribuindo para o equilíbrio do ecossistema, atenuando a degradação ambiental.

O modelo de desenvolvimento no semiárido brasileiro tem se baseado em exploração madeireira predatória como fonte de energia, associada à pecuária extensiva por meio de superpastoreio e a uma agricultura intensiva com práticas de desmatamento e queimadas. As conseqüências desse modelo se fazem sentir, principalmente, nos recursos naturais renováveis da caatinga (ARAÚJO FILHO & BARBOSA, 2000).

A Caatinga, com todas as suas características, é um bioma tipicamente brasileiro e, apesar de estar localizado em área de clima semiárido, tem grande variedade de paisagens, relativa riqueza biológica e endemismo. É uma mistura de estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo, com espécies de pequeno porte, tortuosas, com predomínio de espinhentas e muito resistentes às secas. A vegetação é distribuída de forma irregular, contrastando áreas que se assemelham a florestas, com áreas com solo quase descoberto. É grande a biodiversidade e são variados os arranjos fitossociológicos o que torna a caatinga bastante complexa, com pouco conhecimento sobre a sua dinâmica (SOUTO, 2006).

1.2 Atividade Microbiana

Os ambientes tropicais e subtropicais são caracterizados por elevada incidência solar, sendo difícil manter altos níveis de matéria orgânica sobre os solos, devido às altas

temperaturas que induzem elevadas taxas de decomposição (SILVA & PASQUAL, 1999). O solo recebe matéria orgânica produzida pela comunidade de plantas e, de diversas maneiras, converte a maior parte dela em CO₂ (SINGH & GUPTA, 1977). Outra parte fica retida na matéria orgânica do solo e serve de suprimento (alimento) e energia para os microrganismos do solo (DIAS, 2006).

A matéria orgânica do solo (MOS) constitui o maior depósito de carbono da superfície terrestre. Mudanças no ambiente do solo, decorrentes de práticas de manejo inadequadas, podem levar a um rápido declínio desses estoques, contribuindo para o aumento das emissões de gás carbônico (CO₂) para a atmosfera, intensificando o efeito estufa sobre o globo terrestre (FREIXO et al., 2002).

As alterações antrópicas vêm promovendo impactos sobre a produtividade dos ecossistemas naturais, alterando a atividade microbiana e, como efeito, a ciclagem de nutrientes. Uma das formas de diagnosticar essas alterações é por meio da mensuração de emissões de CO₂ do solo para a atmosfera, já que variam em função da atividade microbiana e radicular do solo, disponibilidade de carbono orgânico e umidade do solo (SOUTO et al., 2004). Dessa forma, a respiração edáfica pode ser utilizada para se documentar mudanças na dinâmica do carbono do solo.

A respiração do solo é um processo biológico, sendo o somatório das liberações de CO₂ para a atmosfera, resultante de vários processos que ocorrem na serrapilheira, superfície e camadas mais profundas do solo, incluindo: i) a respiração dos microrganismos (principalmente bactérias e fungos) e da macrofauna; ii) os processos fermentativos, que ocorrem em profundidade sob condições de anaerobiose e iii) a oxidação química. Todos derivam da decomposição da matéria orgânica e estão ligados à produção primária do sistema (RAICH, 1983). A respiração do solo é a oxidação da matéria orgânica no solo e inclui a respiração de raízes e organismos e representa um dos maiores e mais importantes processos de liberação do carbono em um ecossistema terrestre, podendo ser medida por vários métodos.

A respiração do solo pode variar, espacial e sazonalmente, estando bastante relacionada à umidade do solo (CONANT et al., 1998), particularmente, em ecossistemas áridos e semiáridos. Os ecossistemas áridos e semiáridos abrangem mais de um terço da superfície terrestre, e neles, a temperatura incrementando a respiração do solo é facilitada por sua baixa umidade, durante o ano (RAICH & POTTER, 1995).

A vegetação é tida como indicadora do nível de instabilidade dos ambientes e sua ausência permite uma maior exposição do ambiente aos efeitos de radiação e insolação, com

grandes variações diárias de temperatura, acelerando a atividade microbiana e as perdas de C-CO₂ do solo (BIGARELLA et al., 1994).

1.3 A Matéria Orgânica do Solo

O solo é um sistema aberto, com permanentes trocas de matéria e energia com o meio (ADDISCOTT, 1995), e complexo, em virtude de uma complexa rede de relações entre os subsistemas que o compõem, representados por vegetais, organismos (macro e microrganismos) e minerais, e concentra resíduos orgânicos de origem vegetal, animal e os produtos das transformações desses resíduos. Os vegetais são os principais responsáveis pela adição ao solo de compostos orgânicos primários sintetizados no processo de fotossíntese, que, dependendo da quantidade de resíduos depositados no solo poderão resultar em aumento no teor de carbono orgânico (CO) do solo (FARIA et al., 2008).

A serrapilheira é a principal via de transferência de elementos da vegetação para o solo (XU & HIRATA, 2002). A camada de serrapilheira é representada pela biomassa aérea da vegetação que permanece no solo até ser fragmentada e decomposta pelos processos físicoquímicos e bióticos que ocorrem nessa importante fração do ecossistema. É constituída por um grande número de moléculas orgânicas diferentes, associada de diferentes maneiras e intensidades à matriz do solo, e não constitui um estoque homogêneo (ANDERSON, 1992). O acúmulo da matéria orgânica do solo é importante para a manutenção do estoque de carbono.

O carbono, proveniente da vegetação, entra no solo por meio da queda de folheto, do “turnover” das raízes e micorrizas e da exudação de carbono pelas raízes finas. O ganho de carbono é compensado pelas perdas, sob a forma de respiração heterotrófica dos decompositores da liteira e da matéria orgânica do solo (MURTY et al., 2002).

A qualidade da matéria orgânica, em diferentes tipos de solo, é influenciada por fatores, como condições hidrotérmicas, composição química da vegetação, composição mineralógica e textura do solo (HOWARD & HOWARD, 1993). Dada a grande importância e sua lenta taxa de ciclagem, em suas porções mais recalcitrantes, podem apresentar tempos de resposta a distúrbios e outras mudanças ambientais em escala de tempo maior que as consideradas pela prática humana (SCURLOCK & HALL, 1998).

A razão da decomposição da serapilheira e matéria orgânica do solo dependem do conteúdo de nitrogênio e lignina do material, ou seja, da sua qualidade (ROBERTS, 2000). A qualidade da matéria orgânica é o número de passos (reações) enzimáticos requeridos para que um átomo de carbono de um composto orgânico acumulado (ou não) no solo depende diretamente do tipo de cobertura vegetal, que segundo Wagai et al. (1998) tem influência no microambiente, biomassa microbiana e biomassa de raízes, as quais juntas controlam o fluxo de CO₂.

1.4 O Ambiente Edáfico

Os solos formam a interface entre a atmosfera e a litosfera, possuindo elementos de ambos – água, fases gasosas e matéria orgânica – juntamente com a diversidade de organismos e materiais de origem biológica. Esses elementos interagem, continuamente, com a atmosfera e litosfera, pois nos solos os materiais orgânicos são quebrados para formar os compostos orgânicos estáveis, pela ação dos organismos, dissipando seu conteúdo energético e contribuindo para a ciclagem de nutrientes. A transformação de materiais orgânicos torna possível o crescimento das plantas superiores e, por conseguinte, a produção primária da qual a população humana depende diretamente. Os solos proporcionam outros serviços importantes, incluindo a estabilização de materiais residuais e parte do processo de fixação do CO₂ emitido para a atmosfera, pelas atividades humanas. A energia adquirida nos processos de decomposição é utilizada pelos organismos para a bioturbação, um importante processo de criação e manutenção da estrutura do solo e de formação do solo. Os organismos atuam como unidades funcionais interativas – referidas como Sistemas Biológicos de Regulação, sendo os principais mediadores do funcionamento do solo, em micro e meso escalas (LAVELLE e SPAIN, 2001).

O solo se caracteriza 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).

Nos ecossistemas, o solo é o coletor dos detritos vegetais; ali, os compostos orgânicos assimilados na fotossíntese são decompostos. Nesse processo, nutrientes minerais podem ser reaproveitados pelos produtores primários (as plantas). A decomposição da liteira no solo é o processo-chave que fecha os ciclos da matéria nos ecossistemas. Tipos de

utilização da floresta que destroem o solo, ou seja, a camada de liteira e a densa rede das raízes, expondo o solo às intempéries, levam à degradação ou completa destruição das comunidades de decompositores que consistem em microorganismos e organismos da meso e macrofauna e que são os mediadores únicos da decomposição dos detritos vegetais (BECK et al., 1994). Todos os ecossistemas florestais acumulam uma camada de resíduos orgânicos sobre o solo, resultante da queda de folhas, galhos, cascas, árvores inteiras tombadas, excrementos ou animais mortos (SAUTTER & TREVISAN, 1994; POGGIANI et al., 1996).

O sistema solo-serrapilheira é o habitat natural para grande variedade de organismos, que diferem em tamanho e metabolismo e são responsáveis pela manutenção e produtividade dos ecossistemas, dependem, em grande parte, do processo de decomposição da matéria orgânica no solo e da conseqüente mineralização dos nutrientes. Nesse aspecto, a biomassa microbiana do solo funciona como importante reservatório de nutrientes essenciais às plantas (GRISI & GRAY, 1986). Após estes materiais entrarem na cadeia de detritos, eles começam a se decompor e o desaparecimento da serrapilheira (liteira), por meio do processo de decomposição, e liberação de elementos inorgânicos (mineralização) é essencial para a manutenção da produtividade dos ecossistemas florestais (POGGIANI et al., 1996).

De modo geral, a decomposição dos resíduos orgânicos e a ciclagem biológica de nutrientes são estudadas como conseqüência da atividade de microorganismos, mas um conjunto diverso de animais influencia de maneira decisiva o funcionamento da flora decompositora, como resultado direto e indireto de sua atividade de alimentação (POGGIANI et al., 1996; ASSAD, 1997).

O processo de decomposição é uma das principais funções dos organismos do solo, sendo um processo essencialmente biológico e dependente das interações entre as diferentes funções dos organismos edáficos (DIAS et al., 2007) e também afetado por fatores abióticos como a qualidade dos resíduos e as condições edafoclimáticas (BIANCHET et al., 2007).

Os animais da macrofauna do solo podem pertencer a quase todas as ordens encontradas na mesofauna, excetuando-se ácaros, colêmbolos, proturos e dipluros. Acima de 20 mm de diâmetro corporal, os invertebrados do solo passam a pertencer à categoria da megafauna, composta por algumas espécies de oligoquetos, diplópodes, quilópodes e coleópteros. Essas duas categorias (macro e megafauna) têm como principais funções a fragmentação de detritos vegetais e animais da liteira, a predação de outros invertebrados e a modificação da estrutura do solo pela atividade de escavação e produção de coprólitos (CORREIA & ANDRADE, 1999). O volume de poros, a umidade, a ventilação e a

temperatura do solo são os fatores abióticos que mais influenciam na ocorrência e na seleção de artrópodes de solo.

Segundo Aguiar et al. (2006), a manutenção da fauna do solo é dependente do nível de matéria orgânica que representa a principal fonte de energia e abrigo para os organismos, pela menor variação da umidade e temperatura, proteção contra raios solares e chuva. Hickmann et al. (2006) constataram que a temperatura e umidade influenciaram diretamente na quantidade e diversidade de organismos da meso e macrofauna. De modo que a umidade pode se tornar um fator limitante ao crescimento da população de organismos, quando esta diminui bruscamente.

Para Correia & Andrade (1999), os recursos alimentares disponíveis, como também, a estrutura de microhabitat gerado possibilitam a colonização de várias espécies da fauna do solo com diferentes estratégias de sobrevivência. Nesse caso, quanto mais diversificada for a cobertura vegetal, maior o número de nichos a serem colonizados, resultando, portanto, em maior diversidade das comunidades da fauna do solo.

No Nordeste, a produção de biomassa depende da precipitação anual e de sua distribuição. Com a intensa degradação da Caatinga, essa produção sofre redução drástica, favorecendo a exposição direta do solo, deixando-os com baixos níveis de fertilidade, o que torna essas áreas degradadas (SOUTO et al., 1999).

A conservação da vegetação implica em uma maior abundância e diversidade de espécies e grupos, responsáveis pela ciclagem de nutrientes e manutenção dos ecossistemas. Portanto, alterações no ambiente resultarão em mudanças nessas comunidades, promovendo alterações nos ciclos dos elementos. Kennedy (1998) afirma que influências antropogênicas podem alterar a diversidade e funcionalidade dos microrganismos que são altamente sensíveis a distúrbios, afetando a estabilidade e a resiliência do solo.

1.5 Organismos Edáficos

1.5.1. Macrofauna Edáfica

Os macroinvertebrados desenvolvem ações no solo que, por suas especificidades, conferem-lhes papel de destaque. Essas especificidades estão relacionadas, principalmente,

com o volume de material que pode ser modificado, em suas características genéticas, pelos grupos de animais envolvidos (ASSAD, 1997). De acordo com Wolters & Ekschmitt (1997), os macroinvertebrados podem contribuir com 33% da decomposição da liteira.

Entre os organismos que constituem a macrofauna edáfica estão os maiores invertebrados (organismos com mais que 10 mm de comprimento ou com mais de 2 mm de diâmetro corporal), como minhocas, coleópteros em estado larval e adulto, centopéias, cupins, formigas, piolhos de cobra (milipéias), tatuzinhos e aracnídeos (WOLTERS, 1991).

Os componentes da fauna do solo normalmente são agrupados de acordo com os hábitos alimentares: animais fitófagos (consumidores de plantas), zoófagos (predadores e parasitóides de outros animais), saprófagos (consumidores de animais e vegetais em decomposição), necrófagos (consumidores de animais e vegetais mortos) e geófagos (alimentam-se de terra). Também podem ser agrupados, segundo Gassen (1999), de acordo com o tamanho do corpo, em: micro (<0,2 mm), meso (0,2 mm a 2 mm) e macrofauna (>2 mm).

A macrofauna do solo desempenha um papel chave no funcionamento do ecossistema, pois ocupa diversos níveis tróficos dentro da cadeia alimentar do solo e afeta a produção primária de maneira direta e indireta. Altera, por exemplo, as populações e atividade de microrganismos responsáveis pelos processos de mineralização e humificação e, em consequência, exerce influência sobre o ciclo de matéria orgânica e a disponibilidade de nutrientes assimiláveis pelas plantas (DECÄENS et al., 2003). Também, pode ser vetora de microrganismos simbióticos das plantas, como fixadores de nitrogênio e fungos micorrízicos, e é capaz de digerir, de maneira seletiva, microrganismos patogênicos (BROWN, 1995).

Alguns organismos, principalmente os térmitas, as formigas, as minhocas e larvas de coleópteros, são denominados “engenheiros do ecossistema”, pois suas atividades levam à criação de estruturas biogênicas (galerias, ninhos, câmaras e bolotas fecais), que modificam as propriedades físicas dos solos onde vivem e a disponibilidade de recursos para outros organismos (WOLTERS, 2000). Por meio de suas ações mecânicas no solo, a macrofauna contribui na formação de agregados estáveis, que podem proteger parte da matéria orgânica de uma mineralização rápida e que constituem, também, uma reserva de nutrientes potencialmente disponíveis para as plantas (DECÄENS et al., 2003). A maioria dos nutrientes no solo disponíveis para crescimento das plantas depende de complexas interações entre raízes, microrganismos e fauna do solo (BONKOWSKI et al., 2000).

1.5.2 Mesofauna Edáfica

Dentre os organismos da fauna edáfica, destacam-se ainda os representantes da mesofauna ou microartrópodes. Lavelle et al. (1994) classificam os organismos do solo pelo tamanho; os pertencentes à mesofauna medem entre 2,0 a 4,0 mm, como os ácaros, colêmbolos, proturos, dipluros, tisanuras e pequenos insetos.

A mesofauna edáfica é composta, basicamente, por ácaros (*Acari*) e colêmbolos (*Collembola*), além de coleópteros, dípteros, hymenópteros e isópteros (*Insecta*). Os mais numerosos são os Oribatei (*Acari: Cryptostigmata*) e os *Collembola* (*Insecta*), sendo que, juntos, eles constituem de 72% a 97%, em números de indivíduos, da fauna total de artrópodes do solo (SINGH & PILLAI, 1975). Segundo Seastedt (1984), os ácaros (*Acari*) e colêmbolas (*Collembola*) são os principais representantes da fauna edáfica e desempenham um importante papel na ciclagem de nutrientes por suas atividades reguladoras na decomposição da matéria orgânica e na liberação de nutrientes.

Os microartrópodos, por serem numerosos e bem distribuídos no solo, se movimentam nos poros do solo, nas fissuras e na interface entre a serapilheira e o solo, tendo papel de catalisadores da atividade microbiana na decomposição de matéria orgânica, distribuição de esporos, inibição de fungos e bactérias causadoras de doenças, sendo utilizados como bioindicadores ambientais e de fertilidade do solo, bem como exercem uma importante função no processo de humificação da matéria orgânica (AZPIAZU et al., 2001).

A mesofauna presente no solo favorece o processo de mineralização da matéria orgânica, pela fragmentação da serapilheira, inoculação de microorganismos, modificação de substâncias químicas (BECKER et al., 2001), além de regular a distribuição das partículas do solo (LEE & FOSTER, 1991). A densidade e composição desses organismos são indicadores das condições do ambiente edáfico (KAISER & LUSSENHOP, 1991). Harte et al. (1996) comentam que as alterações ambientais influenciam no microclima do solo, afetando a mesofauna edáfica, que têm uma grande capacidade de modificar ecossistemas terrestres.

A diversidade dos organismos do solo, ao nível funcional, é mais importante do que ao nível taxonômico para a estabilidade e sustentabilidade de um ecossistema. Gestel et al. (2003) destacam que a decomposição não ocorre, simplesmente, devido à soma das atividades da microflora e fauna edáfica, mas é, em grande parte, o resultado de interação entre os dois.

No entanto, apesar de haver um número considerável de trabalhos a respeito das funções da fauna do solo, bem como das repostas às interferências antrópicas, tais estudos estão concentrados em determinadas regiões, particularmente nas de clima temperado. O número de trabalhos sobre a fauna do solo em regiões tropicais e semiáridas, apesar de crescente, ainda está muito aquém do necessário e, no Brasil, o número de trabalhos é irrelevante frente à diversidade de ecossistemas.

1.6 Vulnerabilidade Ambiental

A vulnerabilidade ou fragilidade ambiental está relacionada com a susceptibilidade de uma área em sofrer danos, quando submetida a determinada ação.

Segundo Confalonieri (2001), “vulnerabilidade é a exposição de indivíduos ou grupos ao estresse (mudanças inesperadas e rupturas nos sistemas de vida) resultante de mudanças sócio-ambientais.” A vulnerabilidade é algo inerente a uma população determinada e varia de acordo com suas possibilidades culturais, sociais e econômicas. Assim, aqueles que possuem menos recursos serão os que mais dificilmente se adaptarão e, portanto, são também os mais vulneráveis, pois a capacidade de adaptação é dada pela “riqueza, tecnologia, educação, informação, habilidades, infra-estrutura, acesso a recursos e capacidade de gestão” (IPCC, 2001). Ainda, conforme Cardona (2001), as causas responsáveis pela geração de vulnerabilidades são os processos econômicos, demográficos e políticos, que afetam a destinação e distribuição de recursos entre os diferentes grupos de pessoas, bem como, se refletem na distribuição do poder.

As vulnerabilidades são de diversas naturezas, entre elas, devem ser citadas as econômico-sociais, geoambientais, científico-tecnológicas e político-institucionais. Constituem obstáculo de vulto ao desenvolvimento sustentável, compreendido, em seu conceito ampliado, nessas quatro dimensões (IPEA, 1995). Algumas delas, que se manifestam secularmente – é o caso da pouca capacidade de resistência às secas, que se manifestam como crises econômico – sociais, que vêm se agravando ao longo do tempo, em grande medida devido ao ritmo e à forma de ocupação demográfica e produtiva do vasto interior semiárido da região, causadora de sérias sobrecargas ao seu frágil meio ambiente e à base de recursos naturais, relativamente pobres. Outras – de origem mais econômico-social –

tomaram, com a evolução mais recente da região, rumos que contribuíram para acentuar os desequilíbrios distributivos e a pobreza, deixando antever tendências desestabilizantes.

Para Barbosa (1997), a vulnerabilidade pode ser analisada de diferentes pontos de vista. Ela pode ser um risco para um indivíduo, isoladamente, ou para um sistema exposto ao perigo e corresponde à sua predisposição intrínseca de ser afetado ou estar preparado para sofrer perdas. A vulnerabilidade também traduz a incapacidade de uma comunidade de absorver, através de seu próprio ajuste, os efeitos das mudanças ambientais.

De acordo com Medina (1992), a população está cada vez mais vulnerável aos impactos dos perigos naturais. No Brasil, as inundações e as secas são os principais perigos naturais. No semiárido nordestino, as secas são periódicas e, em maior ou menor intensidade, provocam grandes impactos sociais, econômicos e ambientais. Entretanto, a intensidade desses impactos depende das limitações da população; assim, no semiárido devido à falta de uma política de convivência com a seca, os impactos são mais expressivos e ocorrem nas áreas social, econômica, ambiental etc. Dentre esses impactos destacam-se as perdas da produção pecuária e de grãos; os prejuízos às espécies animais (habitat silvestre, falta de alimento e de água para beber e vulnerabilidade à predação e doenças) e às espécies piscícolas; e os problemas de saúde relativos à baixa vazão (diminuição na vazão de esgotos, aumento na concentração de poluentes, etc.). Contudo, vale salientar que tais impactos são fortemente potencializados pela má utilização dos recursos naturais (vegetação, solo, recursos hídricos).

Vários autores têm desenvolvido pesquisas relacionadas à temática da vulnerabilidade ambiental, sustentabilidade, degradação e desertificação na dinâmica de paisagens. Alheiros (1996), ao conceituar risco ambiental, refere-se ao conjunto de fatores ambientais de mesma natureza que, diante de atividades ocorrentes ou que venham a se manifestar, poderá sofrer adversidades e afetar, de forma vital, total ou parcial, a estabilidade ecológica da região em que ocorre.

O debate sobre o futuro da humanidade se tornou mais evidente nos últimos anos, abordando, principalmente, a preservação e a proteção ambiental, no qual países desenvolvidos e subdesenvolvidos têm demonstrado preocupação e repúdios às ações antrópicas e suas conseqüências na natureza. Essas inquietações e discussões têm contribuído para aumentar o debate e enfatizar a necessidade de se alcançar a sustentabilidade ambiental. Com isso, atualmente, os tomadores de decisões têm voltado suas atenções para os desastres ambientais que, de certa forma, tem crescido desordenadamente.

Os problemas ambientais causados pela sociedade, em seu processo de construção e reconstrução de espaços geográficos, decorrem, sobretudo, do modo como as sociedades se apropriam da natureza, usam, destinam e transformam os recursos naturais. Consiste numa questão de ordem política econômica e cultural, pois a sociedade age na natureza segundo os padrões ou costumes – políticos, econômicos e culturais – criados por ela mesma. Adas & Adas (1998) afirmam que a degradação do meio-ambiente está, intimamente, relacionada ao modelo de desenvolvimento econômico adotado. Portanto, este também pode ser considerado um fator causal de desastres, pois contribui na formação de situações vulneráveis.

Os desastres são fenômenos de caráter eminentemente social, não apenas em termos do impacto que os caracteriza, mas também em termos de suas origens (LAVELL, 1994). A desarticulação das economias rurais (perda da capacidade produtiva do solo e descapitalização dos produtores) consiste num fator causal de desastres (MASKREY, 1994). O desmatamento e a degradação do solo pelas atividades humanas são as principais causas de processos de degradação em regiões semiáridas do planeta.

Os desastres naturais encontram-se intimamente ligados aos processos de desenvolvimento humano. Provocados por fenômenos naturais, os desastres colocam em risco as vantagens que o desenvolvimento proporciona. Por sua vez, as decisões tomadas, em matéria de desenvolvimento, por indivíduos, comunidades e nações podem implicar uma distribuição desigual do risco de desastre (PNUD, 2006).

Lavell (2001) afirma que as vulnerabilidades nos grupos sociais são identificadas pela reduzida capacidade destes se ajustarem a determinadas circunstâncias, entendidas, geralmente, como um fator de risco interno, expresso como a possibilidade de que o sujeito ou sistema exposto seja afetado pelo fenômeno que caracteriza uma ameaça. Conforme o risco, este corresponde ao potencial de perdas que podem ocorrer ao sujeito ou sistema exposto, resultante da interação entre ameaça e vulnerabilidade, também sendo expresso matematicamente (Equação 1), como a possibilidade de as perdas excederem níveis de conseqüências econômicas, sociais e ambientais, em uma certa área geográfica, durante um determinado período de tempo.

$$\text{Risco} = \text{Vulnerabilidades} \times \text{Ameaças}$$

Eq. (1)

Para se estimar o risco a desastre, é necessário, de acordo com sua definição, ter em conta, desde o ponto de vista multidisciplinar, não somente o dano físico esperado e as

vítimas ou perdas econômicas equivalentes, mas também, fatores sociais, organizacionais e institucionais, relacionados com o desenvolvimento das comunidades (ABREU, 2004).

A acumulação de riscos a desastres está relacionada à falta de políticas públicas, ou de estratégias orientadas à sua gestão e, ainda, à inexistência de estruturas administrativas e sistemas legislativos adequados, tanto em nível local, como nacional e regional (PNUD, 2006).

1.6.1. As Vulnerabilidades e a Construção dos Desastres no Semiárido

O termo seca é de uso comum para se referir a um período prolongado de baixa pluviosidade ou sua ausência, em que a perda de umidade do solo é superior à sua reposição e, por ser assim, pode ser considerado como um dos fenômenos naturais de maior ocorrência e impacto no mundo (KOBİYAMA et al., 2006). Isto se deve quando ela ocorre durante longos períodos, afetando grandes extensões territoriais e populacionais, principalmente em áreas mais pobres do Planeta, a exemplo dos países africanos ou de outras áreas subdesenvolvidas, que acumulam, concomitantemente, grande pobreza e uma pequena classe abastada, como o Nordeste brasileiro.

Os desastres, por sua vez, podem ser definidos como resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo ser humano, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais (KOBİYAMA et. al., 2006). A partir dessa definição, dada a vulnerabilidade socioeconômica da região do Semiárido, o fenômeno da seca adquire a característica de um desastre. Entendendo-se a seca como um desastre, tendo em vista a magnitude de suas conseqüências, não se pode estudar os desastres sem compreender o que significam as vulnerabilidades, visto que um determinado fenômeno natural só tem a capacidade de se transformar em um desastre se a área for vulnerável, quer seja social, econômica ou ambientalmente.

Wilches-Chaux (1993) define vulnerabilidade como sendo a incapacidade de uma comunidade “absorver”, mediante auto-ajuste, os efeitos de uma determinada mudança em seu meio, ou seja, sua incapacidade de se adaptar às mudanças, o que constitui para essa comunidade, pelas razões expostas, um risco.

A vulnerabilidade é o resultado do incremento das desigualdades sociais e econômicas, produto de um determinado desenvolvimento ao longo do tempo e do espaço.

Dessa forma, um desastre é o resultado da confluência entre um fenômeno natural e uma sociedade, em um contexto vulnerável, cujos efeitos são reveladores de situações críticas preexistentes, em termos sociais, econômicos e políticos.

1.6.2. Legislação Ambiental Brasileira

Em 1988, a Constituição Federal Brasileira estabeleceu o vínculo entre qualidade ambiental e cidadania. A promulgação da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938), em 31 de agosto de 1981, foi considerada um marco histórico no desenvolvimento de mecanismos de proteção ambiental.

O Artigo 225 da constituição – Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Ainda no Artigo 225 - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público: VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente (Sousa, 2007).

O Código Florestal (Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965) regulamenta que as propriedades rurais, situadas no semiárido nordestino, conservem pelo menos 20% (vinte por cento) de suas áreas com reserva legal. A mesma legislação florestal discerne sobre a importância das áreas de preservação permanente (preservação da vegetação das encostas, dos topos de morros, montes, montanhas, serras etc.), mas a maior parte dos proprietários rurais não cumpre essa legislação e acaba acelerando o processo de degradação das terras.

A Política Nacional do Meio Ambiente reforça e determina a proteção aos recursos naturais, tendo como um dos princípios a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente. Com base neste princípio, criou-se a Lei 9.795, específica para a educação ambiental, entendida como “os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (Sousa, 2007).

Assim, a educação ambiental é uma componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal (educação básica, superior,

especial, profissional e de jovens e adultos) e não-formal (as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente) (Sousa, 2007).

Desta forma, cabe ao poder público, em níveis federal, estadual e municipal, e à sociedade de modo geral incentivar e fazer cumprir a Política Nacional de Educação Ambiental, pois só assim, a população cumprirá e usará, racionalmente, os recursos naturais. No entanto, o grande número de analfabetismo conjectura a precária qualidade da educação pública oferecida no País.

A necessidade da utilização das terras para garantir melhor renda e uma condição mais digna de vida, vem agravando mais ainda a situação do camponês e da região por ele exaurida, de forma intencional ou não. Entretanto, com o propósito de obter padrões sustentáveis de desenvolvimento e melhoria na comunidade, a produção de bens de consumo não deve provocar a destruição dos recursos naturais e, sim, deve ser explorada em harmonia com o meio ambiente por meio do uso racional das terras, especialmente, daquelas localizadas em áreas vulneráveis à degradação ambiental.

A população, sem opção, inconscientemente utiliza os recursos naturais como único meio de vida e por outro lado, os grandes latifundiários, pecuaristas, empresários e detentores de terras improdutivas, que, conscientemente, utilizam os recursos naturais intensivamente em ampla escala, potencializa o processo de degradação ambiental.

Assim, para abrandar e mitigar os efeitos nefastos ao meio ambiente, principalmente em regiões semiáridas, é necessário fazer cumprir o que determinam as legislações ambientais, pois apesar das diversas leis garantirem proteção ao meio ambiente, a maior parte das espécies nativas da caatinga e destruídas por ações antrópicas.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. F. de. O desastre seca x políticas públicas. O semi-árido paraibano: Um estudo de caso Campina Grande: Tese de Doutorado em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande/CCT, 2004.
- ADDISCOTT, T.M. Entropy and sustainability. **European Journal Soil Science**, New Jersey, v.46, p.161- 168, 1995.
- 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. Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CD-ROM.
- ANDERSON, J.M. Responses of soils to climate-change. **Advances in Ecological Research**, Washinton, v.22, p.163-210, May 1992.
- ARAÚJO FILHO, J. A.; SOUSA, F. B.; CARVALHO, F. C. Pastagens no semi-árido: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável, 1995. Brasília, DF. **Anais...** Brasília: SBZ, p.63-75. 1995.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; BARBOSA, T.M.L. Manejo agroflorestal de Caatinga: uma proposta de sistema de produção. In: OLIVEIRA, T.S.; ASSIS JUNIOR, R.N.; ROMERO, R.E.; SILVA, J.R.C. **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. Fortaleza: UFC, p. 47-57. 2000.
- ARRIEL, E.F.; PAULA, R.C.; BAKKE, O.A.; ARRIEL, N.H.C. Divergência Genética em *Cnidioscolus phyllacanthus* (Mart.) Pax. et K. Hoffm. **Revista Brasileira Oleirículas Fibrosas**, Campina Grande. v. 8, n.2/3, p.813-822, 2004.
- ASSAD, M. L. Fauna do Solo. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos do cerrado**. Planaltina: EMBRAPA CPAC, p. 363-444. 1997.
- AZPIAZU, M.D.; CAIRO, V.G.; PALACIOS-VARGAS, J.G.; SÁNCHEZ, M.J.L. Los colémbolos en los suelos de Cuba. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO, 15 e CUBANO DE LA CIÊNCIA DEL SOLO, 5, Havana, 2001. **Anais...** Habana (Cuba), p. 1-4. 2001.
- BARBOSA, M. P. **Vulnerabilidade de risco a desastre**. Campina Grande: Departamento de Engenharia Agrícola/UFPB. 1997. 87p. (Apostila).
- BECK, L.; HÖFER, H.; VERHAAGH, M. Tropische Diversität, ihre Aufrechterhaltung und deren Mechanismen. **Andrias**, v.13, p. 5-6, 1994.
- BECKER, J.; MAKUS, P.; SCHRADER, S. Interactions between soil micro and mesofauna and plants in an ecofarming system. **European Journal of Soil Biology**, v. 37, n.1, p. 245- 249, 2001.
- 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, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.
- BIGARELLA, J. J. et al. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. UFSC. v.1. 1994. 425p.

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.

BROWN, G.G. How do earthworms affect microfloral and faunal community diversity? **Plant and Soil**, v.170, p.209-231, 1995.

CARDONA, O. D. **La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: una crítica y una revisión necesaria para la gestión**. Bogotá: CEDERI, 2001.

COLINVAUX, P. **Ecology**. New York: John Wiley and Sons Inc., 1996. 725p.

CONANT, R. T; KLOPATEK, J. M; MALIN, R. C; KLOPATEK, C. C. Carbon pools and fluxes along an environment gradient in Northern Arizona. **Biogeochemistry**, v. 43, n. 1, p. 3 - 61. 1998.

CONFALONIERI, U. E. C. Global environmental change and health in Brazil: review of the present situation and proposal for indicators for monitoring these effects in: Hogan, H.J and M.T. Tolmasquim. **Human Dimensions of Global Environmental Change – Brazilian Perspectives**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 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.

DECÁENS, T.; LAVELLE, P.; JIMÉNEZ, J.J.; ESCOBAR, G.; RIPPSTEIN, G.; SCHNEIDMADL, J.; SANZ, J.I.; HOYOS, P.; THOMAS, R.J. Impacto del uso de la tierra en la macrofauna del suelo de los Llanos Orientales de Colombia. In: JIMÉNEZ, J.J.; THOMAS, R.J. (Ed.). **El arado natural: las comunidades de macroinvertebrados del suelo en las savanas neotropicales de Colombia**. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2003. p.21-45. (Publicación CIAT, 336).

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, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM

DIAS, J. D. Fluxo de CO₂ proveniente da respiração do solo em áreas de florestas nativa da Amazônia. 2006. 87 p. Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,- Piracicaba – SP. 2006.

FARIA, G. E. de; BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F. de; SILVA, I. R. da; NEVES, J. C.L. Carbono orgânico total e frações da matéria orgânica do solo em diferentes distâncias do tronco de eucalipto. **Scientia Forestalis**, v. 36, n. 80, p. 265-277, 2008 .

FREIXO, A. A.; MACHADO, P. L. O. A.; GUIMARÃES, C. M.; SILVA, C. A. & FADIGAS, F. S. Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas. v.26, p.425-434, 2002.

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. **Biology and Fertility of Soils**, v. 37, n. 2, p. 115-123, 2003.
- GRISI, B.M.; GRAY, T.R.G. Comparação dos métodos de fumigação, a taxa de respiração em resposta à adição de glicose e conteúdo de ATP, para estimar a biomassa microbiana dos solos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.10, n.1, 1986.
- HARTE, J.; RAWA, A.; PRICE, V. Effects of manipulated soil microclimate on mesofaunal biomass and diversity. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 28, n. 3, p. 313-322, 1996.
- 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. Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CD-ROM.
- HOWARD, D. M.; HOWARD, P. J. A. Relationships between CO₂ evolution, moisture-content and temperature for a range of soil types. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 25, n. 11, p.1537-1546, 1993.
- IPCC. Intergovernmental Panel in Climate Change. Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Genebra, Suíça, 2001.
- IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste, Brasília – 1995.
- 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, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.
- KAISER, P.A.; LUSSENHOP, J. Collembolan effects on establishment of vesicular arbuscular mycorrhizae in soybean (*Glycine max*). **Soil Biology and Biochemistry**, v. 23, n.4, p. 307-308, 1991.
- KENNEDY, A.C. Microbial diversity in agroecosystem quality. In: COLLINS, W.W.; QUALSET, C.O. **Biodiversity in agroecosystems**. New York: CRC, 1998. p. 1-17.
- KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES. BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLENI, G. S. F.; RUDORFF, F. M. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba:Organic Trading, 2006. 109 p.
- LAVELL, A. Marco Conceptual: Una Visión de Futuro: La Gestión del Riesgo. SNET / Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador 2001.
- LAVELL, Allan. **Comunidades Urbanas, vulnerabilidad a desastres y opciones de prevención y mitigación: una propuesta de investigación-acción para Centroamérica**; In: LAVELL, Allan (comp.) **Viviendo en riesgo: comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina**. Colombia: La Red/FLACSO, p. 69-82, 1994.
- LAVELLE, P.; BINELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.; IENSON, P.; HEAL, O.W.; DHILLION, S. Soil function in changing word: the role of invertebrate ecosystem engineers. **European Journal of Soil Biology**, v. 33, n. 4, p. 159-193, 1994.
- LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. **Soil Ecology**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers,

2001. 654p.

LEE, K.; FOSTER, R.C. Soil fauna and soil structure. **Australian Journal of Soil Research**, v. 29, n. 6, p. 745-776, 1991.

LEMOS, J. J. S. Níveis de Degradação no Nordeste Brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**. v. 32, n. 3. p. 406-429, jul-set. 2001.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de textos, 2002, 178p.

MASKREY, Andrew. Comunidad y desastres en América Latina: estrategias de intervención. In: LAVELL, Allan (comp.). **Viviendo en riesgo: comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina**. Colombia: La Red/FLACSO, p. 27- 58, 1994.

MATALLO JÚNIOR, H. A desertificação no Brasil. In: OLIVEIRA, T. S. de et al. eds. **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. Fortaleza: UFC, p. 89-113, 2000.

MEDINA, J.; ROMERO, R. Los desastres se avisan. Estudios de vulnerabilidad y mitigación II. ITDG. Lima – Peru, 1992, 172p.

MENDES, B.V. O Semi-Árido brasileiro. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, 1992. São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1992. p. 394-399.

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

MURTY, D.; KIRSCHBAUM, M. U. F.; MCMURTIE, R. E.; MCGILVREY, H. Does conversion of forest agricultural land change soil carbon and nitrogen? A review of the literature. **Global Change Biology**, Oxford, v. 8, n. 2, p. 105-123, 2002.

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

PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). La construcción social de la vulnerabilidad. Disponível: <<http://www.undp.um.hn/pdf/idh/1999/capitulo2.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2006.

POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R.E. de; CUNHA, G.C. da. Práticas de ecologia florestal. **Documentos Florestais**, n.16, p.1-44, 1996.

RAICH, J. W.; POTTER, C. S. Global patterns of carbon dioxide emissions from soils. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 9, p. 23- 26. 1995.

RAICH, J.W. Effects of forest conversion on the carbon budget of a tropical soil. **Biotropica**, Malden, v.15, n.3, p.177-184, 1983.

ROBERTS, J. M. Effects of temperature on soil respiration: A brief overview. Centre for Ecology and Hydrology Wallingford, Crowmarsh Gifford, Wallingford, Oxfordshire. 2000. 45p.

SAMPAIO, E. V. S. B. **Overview of the Brazilian Caatinga**. In.: Bullock, S. H. Mooney; Medina, E. Seasonally dry tropical forests. Cambridge University Press. 1995.

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

SAUTTER, K.D.; TREVISAN, E. Estudo da população de Oribatei (Acari:

- Cryptostigmata) e Collembola (Insecta) em três sítios distintos de acumulação orgânica sob povoamento de *Pinus taeda* L. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, v.13, n.1/2, p.161-166, 1994.
- SCURLOCK, J. M. O.; HALL, D. O. The global carbon cycle: a grassland perspective. **Global Change Biology**. v.4, p. 229- 233. 1998.
- SEASTEDT, T.R. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. **Annual Review of Entomology**, v.29, p.25-46, 1984.
- SILVA, L. de M. V.; PASQUAL, A. Dinâmica e modelagem da matéria orgânica do solo com ênfase ao ecossistema tropical. **Energia na agricultura**, Botucatu, v.14, n.3, p.13 – 24. 1999.
- SINGH, J. S.; GUPTA, S. R. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. **Botanical Review**, New York, v.43, n.4, p.499-528, 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.
- SOUSA, R. F. Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semi-árido paraibano. 2007. 203P. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. 2007.
- 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 desombreiro (*Elitoria fairchildiana*) e de acerola (*Malpighia glabra* L.). FERTBIO, 26., 2004. Lages. **Anais...** Lages: UDESC e Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. CD-ROM.
- SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V. ARAÚJO, G. T.; SOUTO, L. S. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n.1, p. 2005.
- 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 da Universidade Federal da Paraíba. Areia – PB. 2006.
- SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S.; MAIA, E.L.; ARRIEL, E.F. SANTOS, R.V.; ARAÚJO, G.T. Avaliação da decomposição de resíduos vegetais pela medição da respiração edáfica em área de caatinga, em Patos, Paraíba. In. ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 3., 1999. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 1999. p. 329-331.
- TREVISAN, R.; MATTOS, M. L. T.; HERTER, F. G. Atividade microbiana em argissolo vermelho-amarelo distrófico coberto com aveia preta (*Avena sp*) no outono, em um pomar de pessegueiro. **Científica Rural**, Bagé, v. 7, n. 2, p. 83-89, 2002.
- TROVÃO, D. M. de B. M. et al., Avaliação do potencial hídrico de espécies da Caatinga sob diferentes níveis de umidade do solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Belo Horizonte, v.4, n.2, 2004.
- WAGAI, R.; BRYE, K. R.; GOWER, S. T.; NORMAN, J. M.; BUNDY, L. G. Land use and environmental factors influencing soil surface CO₂ flux and microbial biomass in natural and managed ecosystems in southern Wisconsin. **Soil Biology and**

Biochemistry, v.30, p. 1501 – 1509. 1998.

WILCHES-CHAUX, Gustavo La vulnerabilidad global. In: MASKREY, Andrew (comp.). **Los desastres no son naturales**. Colombia: LA RED/ITDG, oct. 1993.

WOLTERS, V. Soil invertebrates: effects on nutrient turnover and soil structure, a review. **Z. Phanzenerna Èhr. Bodenk.** n.154, p.389-402, 1991.

WOLTERS, V.; EKSCHMITT, K. Gastropods, Isopods, Diplopods, and Chilopods: neglected group of the decomposer food web. In: BENCKISER, G. (Ed). *Fauna in soil ecosystems: recycling processes, nutrient fluxes, and agricultural production*. New York: Marcel Dekker, 1997. cap. 8, p. 256-306.

XU, X. N; HIRATA, E. Forest floor mass and litterfall in *Pinus luchuensis* plantations with and without broad-leaved trees. **Forest Ecology and Management**. Oxford, v. 157, p.165-173, 2002.

CAPÍTULO I

ATIVIDADE MICROBIANA E BIOTA DO SOLO EM ÁREAS CAATINGA SOB
DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS NO MUNICÍPIO DE SANTA TEREZINHA

– PB

ATIVIDADE MICROBIANA E BIOTA DO SOLO EM ÁREAS CAATINGA SOB
DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS NO MUNICÍPIO DE SANTA TEREZINHA

– PB

RESUMO

A respiração do solo é um forte indicador da intensidade de decomposição da matéria orgânica do solo, variando em função das condições climáticas, no curso do tempo diário e anual e da atividade biológica no solo, que influencia, diretamente, a evolução do CO₂ para a atmosfera. O presente estudo objetivou avaliar evolução de CO₂ do solo e quantificar a matéria orgânica, o carbono orgânico e a matéria orgânica leve do solo, durante o período de julho de 2007 a junho de 2008, em área de Caatinga, localizada na Fazenda Tamanduá, município de Santa Terezinha, Paraíba. Utilizou-se o delineamento estatístico em blocos ao acaso com parcelas subdivididas no tempo, e os tratamentos foram constituídos por quatro estágios de regeneração natural (Pasto, Inicial, Secundária e Clímax), com três repetições. Determinou-se a evolução de CO₂ do solo, a quantificação do carbono orgânico e matéria orgânica e a matéria orgânica leve do solo, por flotação em água. Para a avaliação da macrofauna edáfica foram utilizadas armadilha do tipo PROVID modificada e para a extração da mesofauna utilizou-se do método de Berlese – Tullgren modificado. O teor de umidade do solo e a temperatura são os elementos que mais influenciaram a atividade microbiana. Independente do nível de cobertura vegetal da caatinga, a produção de CO₂ é semelhante nos quatro níveis de regeneração estudados; a avaliação da atividade respiratória em campo é eficiente e altamente sensível para a caracterização das condições naturais da caatinga; os maiores teores de carbono orgânico e matéria orgânica ocorrem em área clímax; a área de pasto recoberta por gramínea aprisiona maior quantidade de matéria orgânica da fração leve e, o carbono orgânico e a matéria orgânica são os parâmetros que melhor refletem o declínio de carbono nos diferentes estágios de regeneração da caatinga, podendo ser utilizados como indicadores da qualidade do solo. A disponibilidade hídrica, cobertura vegetal e temperatura são determinantes na distribuição dos grupos faunísticos. Na composição da macrofauna nas diferentes áreas e períodos estudados, os principais grupos são *Hymenoptera* e *Diptera* no período seco e *Diptera* e *Hymenoptera* no período chuvoso. Os grupos dominantes na mesofauna são *Collembola* e *Acarina* no período seco e, *Acarina* e *Collembola* no período chuvoso. Para a macrofauna edáfica predominam os grupos *Hymenoptera* e *Diptera* no período seco e *Diptera* e *Hymenoptera* no período chuvoso, indicando maior densidade de indivíduos em todas as áreas estudadas. Na análise de agrupamento de indivíduos da macrofauna, os grupos *Hymenoptera* no período seco e *Diptera* no período chuvoso são os de maior distância de agrupamento em relação aos demais grupos de menor frequência relativa. Na mesofauna os ácaros e colembolas formam um grupamento único na mesofauna pela grande similaridade entre si, durante o período seco e no período chuvoso é maior a distância de ligação de ácaros e colembolas em relação aos demais grupos em função de sua maior frequência. A abundância da macro e mesofauna edáfica pouco se altera em função dos estágios sucessionais avaliados.

Palavras – chaves: semiárido, qualidade do solo, atividade microbiana, macrofauna do solo, mesofauna do solo, índices de Shannon e Pielou.

MICROBIAL ACTIVITY AND SOIL BIOTA IN AREAS CAATINGA UNDER
DIFFERENT SUCCESSIONAL STAGES IN SANTO TEREZINHA - PB

ABSTRACT

The soil respiration is a strong indicator of the intensity of decomposition of soil organic matter, varying according to the weather, the course of time daily and annual biological activity in soil, which affects directly the evolution of CO₂ into the atmosphere. The present study had the objective to evaluate the evolution of CO₂ from the soil and to quantify the organic matter, organic carbon and light organic matter soil during the period of July 2007 to June 2008, in dry forest sites, located on the Ant Farm, Municipality Santa Terezinha, Bahia. We used the randomized block design with split plot, where the treatments consisted of four stages of natural regeneration (Lawn, Home, Secondary and Climax) with three replications. Determined the evolution of CO₂ from the soil, the quantification of organic carbon and organic matter and the light organic matter in soil, by flotation in water. For the evaluation of edaphic macrofauna were used PROVID trap type and modified for the extraction of mesofauna we used the method of Berlese - Tullgren modified. The content of soil moisture and temperature are the factors that most influenced the microbial activity. Regardless of the level of vegetation of the caatinga, the CO₂ production is similar across the four levels of regeneration studies, assessment of respiratory activity in the field is highly efficient and sensitive to characterize the natural conditions of the savanna, higher content of organic carbon and organic matter occurs in the Climax area, the area covered by pasture grass traps larger amount of organic matter and light fraction organic carbon and organic matter are the parameters that best reflect the decline of carbon in different stages of regeneration of the savanna, and may be used as indicators of soil quality. The availability of water, vegetation and temperature are crucial in the distribution of animal groups. In the composition of macrofauna in different areas and periods studied, the main groups are Hymenoptera and Diptera in the dry season and Diptera and Hymenoptera in the rainy season. The dominant groups in mesofauna are Collembola and Acarina in the dry season and Acarina and Collembola in the rainy season. For the macrofauna dominated groups Hymenoptera and Diptera in the dry season and Diptera and Hymenoptera in the rainy season, indicating a higher density of individuals in all areas studied. In cluster analysis of macrofauna individuals, groups in the dry Hymenoptera and Diptera in the rainy season had the greatest distance grouping in relation to other groups of lower relative frequency. In mesofauna mites and springtails are a grouping unique in mesofauna the great similarity between them, during the dry and rainy season is longer distance connection of mites and springtails in the other groups because of its higher frequency. The abundance of macro and mesofauna little change in function of successional stages evaluated.

Key words: semiarid, soil quality, microbial activity, soil macrofauna, soil mesofauna, Shannon and Pielou index.

1. INTRODUÇÃO

Ações antrópicas vêm causando impactos sobre a produtividade dos ecossistemas, alterando a atividade microbiana e, como efeito, a ciclagem de nutrientes. Medidas das emissões de CO₂ do solo para a atmosfera é uma das formas de se diagnosticar essas alterações, uma vez que variam em função de fatores como atividade microbiana e radicular do solo, disponibilidade de carbono orgânico e, também, da umidade do solo (SOUTO et al., 2004).

Vários fatores, incluindo temperatura, umidade, profundidade do solo, aeração e populações microbianas, determinam a taxa de fluxo de CO₂ para a superfície do solo. A adição ou remoção de material vegetal do solo acarreta alterações na biomassa microbiana, as quais podem ser avaliadas pelos quantitativos de gás carbônico produzido (MATTER et al., 1999), podendo, dessa forma, ser utilizado como índice para monitorar mudanças na dinâmica do carbono do solo, em resposta a distúrbios ocasionados por desmatamento ou implantação de culturas nos ecossistemas (BEHERA et al., 1990; FEIGL, 1995).

A respiração do solo é um forte indicador da intensidade de decomposição. Essa intensidade é distinta no curso do tempo diário e anual e depende do clima e da atividade biológica no solo (SING & GUPTA, 1977). Poggiani et al. (1977) também verificaram que as condições climáticas possuem uma acentuada influência sobre a evolução do CO₂ do solo.

A evolução do CO₂, como medida da respiração, representa a taxa de decomposição total, uma vez que o CO₂ é liberado, durante a biodegradação aeróbica, da maioria das substâncias orgânicas (SKAMBRAKS & ZIMMER, 1998).

As interações entre CO₂, temperatura, fotossíntese, umidade do solo e disponibilidade de nutrientes disponível para as plantas podem determinar, não somente, a estrutura e composição da planta e comunidades microbianas, como também, o tamanho e a alteração dos reservatórios de C no solo (TATE & ROSS, 1997).

O solo é um sistema aberto, com permanente troca de matéria e energia com o meio (ADDISCOTT, 1995), e complexo, em virtude de uma complexa rede de relações entre os subsistemas que o compõem, representados por vegetais, organismos (macro e microrganismos) e minerais, e concentra resíduos orgânicos de origem vegetal, animal e os produtos das transformações desses resíduos. Os vegetais são os principais responsáveis pela adição ao solo de compostos orgânicos primários, sintetizados no processo de fotossíntese, que dependendo da quantidade de resíduos depositados no solo, poderá resultar em aumento no teor de carbono orgânico (CO) do solo (FARIA et al., 2008).

Atualmente, existe um conjunto mínimo de atributos químicos, físicos e biológicos do solo que, se acompanhados ao longo do tempo, são capazes de indicar as alterações da qualidade do solo, em função do manejo. Um desses atributos é o carbono orgânico, que atua nos atributos químicos, físicos e biológicos (LARSON & PIERCE, 1994).

O carbono da fração leve é constituído por materiais orgânicos derivados, principalmente, de restos vegetais, com quantidades razoáveis de resíduos microbianos e da microfauna (MOLLOY & SPEIR, 1977). Devido a sua facilidade de decomposição, a fração leve está muito ligada ao suprimento de resíduos orgânicos do sistema solo (CHRISTENSEN, 2000) e, por esta razão, sua quantidade e composição no solo têm maior variabilidade espacial e sazonal que as demais frações (SPYCHER et al., 1983). Assim, o carbono da fração leve é muito sensível ao manejo do solo, onde alterações no ecossistema afetarão, diretamente, a quantidade de carbono da fração leve, e conseqüentemente a população microbiana que utiliza essa fração para sua manutenção.

A fração leve pode conter de 10 a 30% do C do solo (THENG et al., 1989) e tem sido útil na caracterização e recuperação de áreas degradadas (DUDA et al., 1999). Diversos autores têm constatado a redução dos teores de C e da fração leve da matéria orgânica, em função do aumento da profundidade do solo (TEIXEIRA et al., 2003; RUIVO et al., 2002; d' ANDRÉA et al., 2004; NEVES et al., 2004; WENDLING et al., 2005).

Marin et al. (2006) avaliaram a introdução de *Gliricidia sepium* em campo de cultivo agrícola de milho no agreste paraibano, e observaram que, sete anos após o plantio, os teores de carbono orgânico total não se afetaram significativamente; por outro lado, os teores de matéria orgânica leve (MOL) variaram, significativamente, tanto em relação às distâncias das árvores como nas distintas épocas de amostragem. Em geral, a MOL foi maior embaixo da copa das árvores e maior valor foi obtido no final do período seco, com média de 3,72 g kg⁻¹ e o menor valor da MOL na superfície foi encontrado em plena estação chuvosa, com média de 2,15 g kg⁻¹.

Segundo alguns estudos, em sistemas agroflorestais, as quantificações das mudanças ocorridas em algumas variáveis no solo, como COT total, não devem ser feitas precocemente, visto ser improvável a percepção dessas modificações em um prazo inferior a 10 anos (ESQUIVEL et al., 1998; BARRETO & FERNANDES, 2001, MENDONÇA et al., 2001).

O acúmulo de fração leve é influenciado pelo uso da terra, tipo de vegetação e outros fatores, a alterarem o balanço entre a produção e a decomposição da matéria orgânica (CHRISTENSEN, 1992). As variações no conteúdo da fração leve são resultantes da

mudança na qualidade e quantidade de resíduos aportados do solo. Assim, as frações leves podem vir a ser utilizadas como indicadores de alterações resultantes do manejo do solo (PINHEIRO et al., 2004).

Em áreas sob vegetação nativa, dentre os fatores responsáveis por condições mais favoráveis à biomassa microbiana na ciclagem da matéria orgânica, destacam-se: ausência de preparo do solo, diversidade florística e as condições microclimáticas, o que sustenta a idéia de haver variabilidade espacial e sazonal da quantidade de MOL no solo, em relação a outras frações de matéria orgânica do solo e que pode se mostrar como um bom indicador capaz de detectar variações dentro de diferentes estágios sucessionais da vegetação.

As coberturas de solo da caatinga, geralmente, formam uma camada espessa de folhas, com vários extratos de matéria fresca (CARVALHO, 2003), sobretudo na época de estiagem, visto que as espécies lenhosas que compõem esse ecossistema são do tipo caducifólia e perdem a folhagem no início da estação seca (ANDRADE LIMA, 1981). Esses recursos alimentares que se acumulam, bem como, a estrutura do microhabitat gerado nessas condições, possibilitam a colonização de várias espécies de fauna do solo, com diferentes estratégias de sobrevivência (CORREIA & ANDRADE, 1999).

Uma importante característica do solo é a vasta e complexa relação existente entre os seres que nele habitam, os quais o usam como abrigo e fonte de nutrientes para seu desenvolvimento. O solo está entre um dos mais complexos habitats do globo, sendo o sistema biológico edáfico pobremente conhecido (COLEMAN & GROSSLEY, 1995; ASSAD, 1997a). Os processos de um ecossistema são influenciados por uma gama de fatores, incluindo clima, vegetação, solo e fauna (WRIGHT & COLEMAN, 2000). Ao interferir na dinâmica da decomposição dos resíduos orgânicos do solo, a fauna edáfica desempenha um importante papel na manutenção da cadeia alimentar e do fluxo energético.

O sistema solo – serapilheira é o habitat natural para grande variedade de organismos, microrganismos e animais invertebrados, com diferenças no tamanho e no metabolismo, responsáveis por inúmeras funções. A diversidade da fauna edáfica está relacionada com a grande variedade de recursos e microhabitats que o sistema solo – serapilheira oferece, gerando um mosaico de condições microclimáticas, favorecendo, portanto, grande número de grupos funcionais associados (LAVELLE, 1996).

A diversidade de espécies está associada a uma relação entre o número de espécies (riqueza de espécies) e à distribuição do número de indivíduos entre as espécies (equitabilidade) (WALKER, 1989). Esta definição está explicitada nos índices de Shannon e de Pielou, que conjugam estas duas variáveis (ODUM, 1983; COLINVAUX, 1996).

Todavia, num sentido mais amplo sobre a complexidade das comunidades, a própria riqueza de espécies pode ser utilizada como uma medida geral da diversidade (CONNELL, 1978).

A diversidade biológica é definida como a variabilidade entre os organismos vivos e, geralmente, está atribuída à diversidade de espécies que ocupam os diversos nichos ecológicos. A diversidade é a medida mais simples utilizada ao se estudar a estrutura das comunidades dos ecossistemas naturais e compreende o número de espécies que a comunidade possui.

A composição da fauna do solo reflete o funcionamento do ecossistema, visto que ela exerce um papel fundamental na fragmentação do material vegetal e na regulação indireta dos processos biológicos do solo, estabelecendo interação em diferentes níveis com os microrganismos (CORREIA, 2002); seu estudo é importante para a compreensão ecológica do funcionamento edáfico, já que o desequilíbrio dessas comunidades pode resultar em desastres, como a explosão de pragas ou a destruição da estrutura física do solo e consequente perda da fertilidade e da capacidade produtiva (BROWN, 2001).

A comunidade edáfica do solo influencia, principalmente, na ciclagem de nutrientes e na melhoria da estrutura do solo. O conhecimento do papel dos organismos na fertilidade do solo é fundamental para a compreensão do comportamento dos ecossistemas, pois a decomposição, considerada como um processo chave para a manutenção da fertilidade dos solos é o produto de interações complexas entre uma comunidade diversa de microrganismos e invertebrados do solo.

A mesofauna e macrofauna são muito sensíveis às modificações da cobertura e da estrutura do solo, e também, de forma direta, aos fatores ambientais. Dessa forma, a diversidade de organismos existentes no solo, ou seja, a riqueza de espécies e sua uniformidade de distribuição no grupo demonstram, indiretamente, as condições ambientais.

Diante deste contexto, o presente estudo objetivou avaliar a respiração edáfica e quantificar os conteúdos de carbono orgânico, matéria orgânica e matéria orgânica da fração leve, e por sua importância nos processos biológicos dos ecossistemas naturais, avaliar a distribuição das comunidades da macro e mesofauna edáficas, em áreas de regeneração natural da Caatinga.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização da Área Experimental

O trabalho foi realizado na Fazenda Tamanduá, situada no município de Santa Terezinha (PB), entre as seguintes coordenadas geográficas: 7° 2' 20" de latitude Sul e 37° 26' 43" de longitude Oeste, a uma altitude média de 240 metros, com clima semiárido do tipo BSh, segundo a classificação proposta por Köppen (1948).

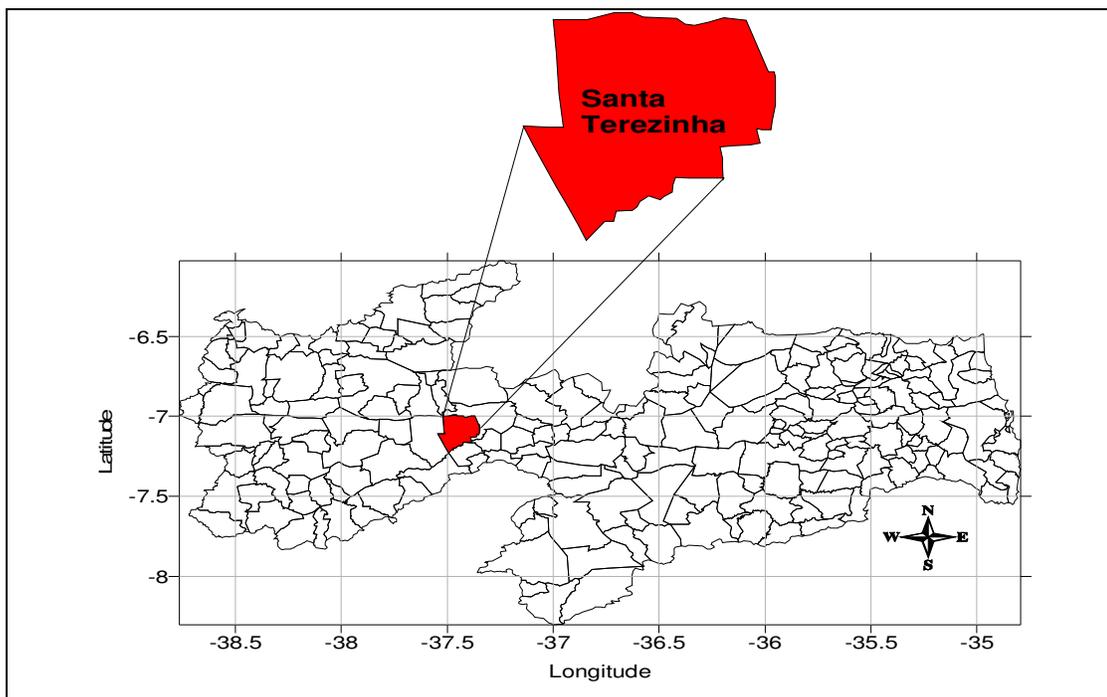


Figura 1. Mapa do Estado da Paraíba, com destaque para a localização do município de Santa Terezinha – PB.

O experimento, com duração de 12 meses foi instalado no mês de junho de 2007, sendo a primeira amostragem realizada em julho, e repetindo-se pelos 11 meses consecutivos. Denominou-se “período seco” para a discussão dos dados, o período de julho a dezembro de 2007 por não haver registro de precipitação e o “período chuvoso” os meses de janeiro a junho de 2008 nos quais houve registro de chuvas.

2.2 Demarcação das Áreas Experimentais (tratamentos)

Foram definidos quatro diferentes estágios de regeneração natural, classificados como:

Pasto (P): áreas anteriormente utilizadas como pasto para o gado, dominadas por vegetação herbácea



Estágio Inicial (I): áreas anteriormente utilizadas como pasto para o gado, e sob regeneração natural nos últimos 5 anos, constando de vegetação aberta, caracterizada por herbácea, arbustos e árvores.



Estágio Secundário (S): áreas anteriormente utilizadas como pasto para gado ou para fins agrícolas, sob regeneração natural nos últimos 15 anos, contendo arbustos e árvores, principalmente.



Estágio Clímax (C): áreas de caatinga de aproximadamente 50 anos.



Em cada estágio sucessional foram demarcadas três parcelas de 30 x 60 m, totalizando 1800 m², com a seguinte localização geográfica (Tabela 1). No total demarcaram-se doze parcelas, três em cada estágio sucessional onde foram realizadas todas as avaliações do fluxo de CO₂ do solo e coleta das amostras de solo para determinação do conteúdo de água do solo, quantificação da matéria orgânica e determinação da matéria orgânica leve (MOL) do solo.

Tabela 1. Localização geográfica das parcelas experimentais nos quatro estágios sucessionais de regeneração da Caatinga, no município de Santa Terezinha – PB, 2007.

Tratamentos	Parcelas	Localização Geográfica		Altitude (m)
		Latitude (S)	Logitude (W)	
Pasto	P ₁	07°01'11"	37°22'80"	282
	P ₂	07°01'04"	37°22'75"	281
	P ₃	07°01'10"	37°22'67"	276
Inicial	P ₁	07°00'88"	37°22'71"	291
	P ₂	07°00'89"	37°22'68"	280
	P ₃	07°00'94"	37°22'82"	273
Intermediário	P ₁	07°01'15"	37°23'17"	290
	P ₂	07°01'02"	37°23'30"	288
	P ₃	07°00,93"	37°23'01"	281
Clímax	P ₁	07°01'34"	37°24'24"	296
	P ₂	07°01'34"	37°24'17"	296
	P ₃	07°01'42"	37°24'19"	295

Dentro das parcelas foi traçado um transecto com 60 m de comprimento e 5 m de largura e nele foram considerados quatro pontos de coleta aos 7,5; 22,5; 37,5 e 52,5 m (Figura 2).

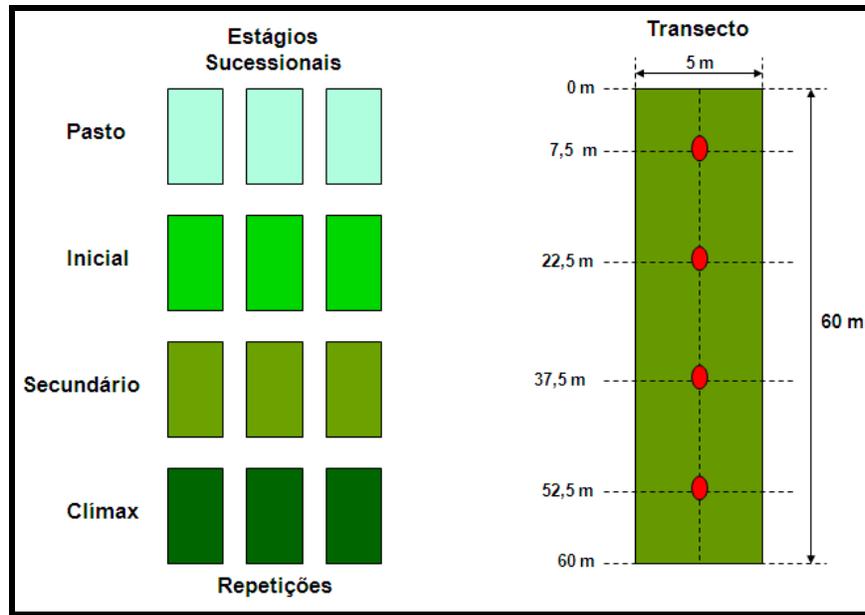


Figura 2. Modelo esquemático das áreas e distribuição dos pontos de coleta no transecto para os quatro estágios sucessionais considerados no estudo: pasto, inicial, secundário e clímax. Santa Terezinha, 2007.

2.3 Atividade Microbiana

Avaliação da atividade microbiana, por meio da liberação de CO_2 (respiração edáfica), foi realizada segundo metodologia descrita por Grisi (1978), em que o CO_2 liberado em uma área de solo é absorvido por uma solução de KOH 0,5 N e a quantificação feita por titulação com HCl 0,1 N.

A quantificação do fluxo de CO_2 do solo foi realizada, mensalmente, durante todo o período experimental. As avaliações foram realizadas em dois períodos: diurno quando se colocava o frasco para avaliação às 5:00h, recolhida às 17:00 h, no período noturno, colocava-se o frasco de amostragem às 17:00 h e era recolhido às 5:00 h, totalizando 24 horas de amostragem.

Utilizaram-se de frascos de vidro com abertura larga contendo 10 mL de uma solução de KOH 0,5N. Estes frascos foram colocados sobre o solo, posteriormente abertos e imediatamente cobertos com um balde plástico branco com capacidade para 22 L (Figura 3). O balde, de formato cilíndrico, com 29,8 cm de diâmetro e 36,5 cm de altura, cobre uma área de solo de $697,46 \text{ cm}^2$. As bordas dos baldes foram enterradas no solo, cerca de 3 cm, e era amontoado solo ao seu redor, para se evitar as trocas gasosas diretamente com a atmosfera (Figura 3B).



Figura 3. Frasco de vidro contendo solução 10 ml de KOH 0,5N (A) e balde de PVC cobrindo a amostra visão da amontoa de solo nas bordas (B).

Após o período de avaliação de 12 horas, os frascos eram rapidamente coletados, fechados e levados ao Laboratório Nutrição Mineral de Plantas/UAEF/CSTR/UFCG, para a titulação. Foram utilizados os indicadores fenolftaleína e o alaranjado de metila a 1%, preparados segundo Morita e Assunção (1972). Utilizou-se de frasco de controle ou testemunha que permaneceu hermeticamente fechado e que, também, passou pelo mesmo processo de titulação. A quantificação do CO₂ absorvido foi realizada a partir da equação (GRISI, 1978):

$$m_{CO_2} = \frac{352(\Delta V_A - \Delta V_C) \times N_B \times N_A}{3 \times P \times A_B} \times 10^4 \text{ onde:}$$

m_{CO_2} = massa de CO₂ em mg. m⁻². h⁻¹

ΔV_A = diferença de volume de HCl gasto na primeira e segunda etapa da titulação da amostra (mL)

ΔV_C = diferença de volume de HCl gasto na primeira e segunda etapa da titulação do controle (mL)

N_A = Concentração de HCl, em n-eq/L

N_B = Concentração de KOH, em n-eq/L

P = Período de permanência da amostra no solo (horas)

A_B = Área de abrangência do balde (cm²)

2.4 Pluviosidade, Temperatura e Conteúdo de Água no Solo

Em todas as parcelas, no ponto médio do transecto, foram coletados mensalmente, dados de temperatura do solo na superfície e a 10,0 cm de profundidade (Figura 4A), com o auxílio de um termômetro digital. Simultaneamente, em cada ponto de coleta, distribuído ao longo do transecto, foi retirada uma amostra de solo, acondicionada em saco plástico e levadas todas para o Laboratório de Irrigação e Salinidade, pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, para a determinação do conteúdo de água do solo, segundo descrita por Tedesco (1995), sendo utilizada a fórmula: $U = (P_u - P_s) / P_s \times 100$, em que P_u e P_s correspondem ao peso úmido e seco do solo, respectivamente (Figura 4B).

Durante todo o período de avaliação foram registrados dados mensais de pluviosidade, estimada através de pluviômetros instalados em uma mini-estação pluviométrica, localizada na Fazenda Tamanduá – Santa Terezinha – PB.



Figura 4. Determinação da temperatura do solo na superfície e a 10 cm, com termômetro digital (A) e retirada de amostra do solo na profundidade de 10 cm para a determinação do conteúdo de água (B).

Após sua coletadas, as amostras foram levadas para o Laboratório de Irrigação e Salinidade/UAEAg/CTRN/UFCEG, onde foi determinado o conteúdo de água no solo,

O solo das áreas experimentais foi caracterizado química e fisicamente, a partir de amostras compostas de material de solo, coletadas na profundidade de 0 – 10 cm, em cada estágio sucessional, no mês de julho de 2007, para o período seco e março de 2008, para o período chuvoso, segundo metodologias contidas em EMBRAPA (1997) (Tabela 1).

Tabela 2. Caracterização química e física do solo das áreas experimentais, durante os períodos seco e chuvoso na caatinga. Município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

Áreas ¹	pH	P	K	Na	Ca	Mg	SB	M.O.	C.O.	Análise Textural (g Kg ⁻¹)		
	H ₂ O	mg Kg ⁻¹	-----	-----	cmol _c Kg ⁻¹ -----	-----	---	g Kg ⁻¹ ---	---	Areia	Argila	Silte
Período Seco												
P	5,86	2,72	0,25	0,15	4,31	1,37	5,93	14,56	8,37	638	269	93
I	5,94	2,36	0,26	0,11	5,02	1,44	6,72	14,10	8,11	645	238	117
S	5,79	1,65	0,31	0,13	3,91	1,01	5,23	19,20	11,34	668	239	93
C	6,41	2,62	0,29	0,11	5,79	1,26	7,34	20,22	11,62	648	229	123
Período Chuvoso												
P	6,08	3,82	0,23	0,13	3,91	1,17	5,31	23,72	13,63	638	269	93
I	5,64	2,79	0,32	0,11	5,03	1,36	6,71	23,02	13,23	645	239	117
S	5,97	2,19	0,31	0,11	4,45	1,16	5,92	22,39	12,87	668	239	93
C	6,68	2,43	0,30	0,11	5,44	1,22	6,96	23,52	13,52	648	229	123

¹ (P) = Pasto; (I) = Estágio Inicial; (S) = Estágio Secundário e (C) = Estágio Clímax.

2.5 Determinação da Fração Leve da MOS, com densidade <1 kg dm⁻³

A matéria orgânica leve livre (MOL) foi determinada pela flotação em água, descrita por Fraga (2002), com modificações. Amostras de 50g de TFSA (fração < 2mm) foram passadas por peneira de 0,5 mm, com a ajuda de um almofariz (Figura 5A). Em seguida, esse material foi colocado em uma peneira de 0,053 mm e lavado em água corrente até que a mesma saísse limpa, indicando que as frações argila e silte tinham sido removidas da amostra (Figura 5B).



Figura 5. Amostra de solo TFSA após peneiramento (A) e processo de lavagem da amostra em água corrente (B).

O material retido na peneira foi, então, transferido para copos descartáveis de 500 mL de capacidade, posteriormente preenchidos com água, até 1,0 cm abaixo da borda (Figura 6A). Em seguida, com um bastão de vidro agitou-se a amostra para que a matéria

orgânica leve (MOL) ficasse em suspensão na água, a amostra era deixada em repouso por um período de 24h até que a suspensão ficasse límpida (Figura 6B).



Figura 6. Transferência do material após lavagem para copos descartáveis de 500 ml (A) e agitação com bastão de vidro para flotação da MOL (B).

Após este período de repouso procedeu-se a filtragem do material em flotação com o auxílio de uma tela de 0,053 mm. O material recolhido foi lavado com água destilada e seco em estufa de circulação de ar forçada a 60 °C até peso constante e posteriormente pesado em balança analítica de precisão.

2.6 Caracterização dos Organismos do Solo

2.6.1. Macrofauna Edáfica

Para a avaliação da macrofauna, nos quatro estágios sucessionais estudados, foram instaladas armadilhas do tipo PROVID (ANTONIOLLI et al., 2006). A armadilha PROVID foi construída com uma garrafa PET com capacidade de dois litros, contendo quatro aberturas na forma de janelas com dimensões de 2,0cm x 2,0 cm na altura de 17 cm de sua base (Figura 7A).



Figura 7. Vista da armadilha PROVIDE (A) e disposição no ponto de coleta (B).

As armadilhas foram instaladas nos pontos de coleta distribuídas ao longo do transecto e permaneceram no campo por um período de quatro dias, mensalmente, contendo em seu interior 300 ml de uma solução de detergente a uma concentração de 5% mais 5 gotas de formol. As armadilhas foram enterradas no solo de modo que as bordas das aberturas das garrafas ficassem no nível da superfície (Figura 7B).

Após o período de 96h no campo, o material contido nas armadilhas foi peneirado e lavado em água corrente e fixado em álcool a 70%. Os organismos foram contados e identificados, seguindo-se metodologia descrita em BORROR & DELONG (1988) e STORER et al. (1991)

Para a avaliação do comportamento ecológico da macrofauna, mensurou-se o número total de indivíduos (abundância) e foram feitas comparações das comunidades utilizando os índices de biodiversidade: índice de diversidade de Shannon (H) e o índice de equitabilidade de Pielou (e).

O índice de diversidade de Shannon (H') leva em consideração a riqueza das espécies e sua abundância relativa, sendo definido:

$$H = - \sum p_i \cdot \log p_i$$

em que:

- $p_i = n_i/N$;
- n_i = número de indivíduos de cada grupo;
- N = número total de indivíduos.

O Índice de Uniformidade de Pielou (e) é um índice de equitabilidade ou uniformidade, em que a uniformidade refere-se ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies, sendo definido por:

$$e = \frac{H}{\log S}$$

em que:

H= índice de Shannon;

S = Número de espécies ou grupos.

2.6.2 Mesofauna Edáfica

Para a caracterização da mesofauna do solo foram coletadas, mensalmente, quatro amostras por sub-parcela de solo, com o emprego de anéis metálicos (diâmetro = 4,8 cm e altura = 3 cm), totalizando 12 amostras, em cada estágio sucessional estudado a cada mês. Inicialmente, a área onde se retirou a amostra foi umedecida com água, de modo a evitar que o solo se desprendesse, prejudicando a extração dos organismos. Só então, os anéis eram introduzidos no solo, com golpes de martelo em uma tábua sobreposta ao anel, até que o mesmo fosse totalmente preenchido (Figura 8A). Depois de retirado do solo, o anel era envolvido em um disco de filó e outro de TNT (Tecido Não Tecido), colocados em uma bandeja para ficar protegida do sol e calor (Figura 8B).



Figura 8. Vista do solo umedecido para a retirada da amostra da mesofauna utilizando anéis metálicos (A) e disco de TNT e filo para acomodação da amostra (B).

Em seguida, as amostras foram transportadas para o Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas/UAEF/CSTR/UFCG, e os anéis colocados em um equipamento do tipo Berlese-Tullgren modificado, e ficaram no extrator por um período de 96 horas, com temperatura na parte superior do anel atingindo 42°C (Figura 9A).



Figura 9. Vista da colocação dos anéis com a amostra para a separação da mesofauna edáfica (A) e funis para a coleta os organismos e fixação no álcool a 70% (B) utilizando o equipamento de Berlese-Tullgren modificado.

O calor gerado pelas lâmpadas secava o solo progressivamente, fazendo com que os organismos migrassem para camadas mais inferiores do solo da amostra, caindo nos funis que os direcionavam aos frascos coletores contendo 30 ml de álcool etílico a 70% para a fixação dos organismos (Figura 9B). Para evitar que outros insetos, atraídos pelas luzes, caíssem nas amostras e mascarassem os dados finais, toda a bateria de extratores era coberta com telas de náilon.

Posteriormente, foi feita a transferência do conteúdo dos frascos para placas de Petri e, com o auxílio de uma lupa binocular, foi feita a contagem e identificação dos espécimes contidos nas amostras.

Para a avaliação do comportamento ecológico da mesofauna, foi avaliado o número total de indivíduos (abundância) e foram feitas comparações das comunidades utilizando os índices de Shannon (H), e o índice de equitabilidade de Pielou (e).

2.7 Delineamento e Análise Estatística

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas no tempo. Os tratamentos foram constituídos por quatro estágios sucessionais (pasto, inicial, secundário e clímax), com três repetições cada estágio.

Os períodos denominados “Seco” e “Chuvoso” não são considerados fator de variação.

Os dados de produção de CO₂, matéria orgânica leve, matéria orgânica e carbono orgânico foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Para os dados de precipitação, temperatura e umidade do solo foi realizada uma análise descritiva.

Os dados de macrofauna obtidos foram transformados em $\ln(x + 1)$ devido à heterogeneidade, e submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

F.V.	GL
Área (A)	3
Bloco	2
Resíduo (a)	6
Parcelas	11
Meses (M)	5
Int. A x M	15
Resíduo (b)	40
Total	71

Além disso, foi efetuada uma análise multivariada de agrupamento (Cluster Analysis) onde se adotou o método do vizinho mais distante (Complete linkage), calculado a partir da distância euclidiana para descrever a similaridade entre os estágios sucessionais estudados.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SAS 8.0 (SAS INSTITUTE, 2000) e STATISTICA versão 7.0 (STATSOFT, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Condições Edafoclimáticas

3.1.1 Temperatura do Solo

Os valores da temperatura do solo às 17:00h e às 05:00h, medida durante os períodos seco e chuvoso, na superfície e a 10 cm de profundidade nos quatro estágios sucessionais, encontram-se nas Figuras 10A e B.

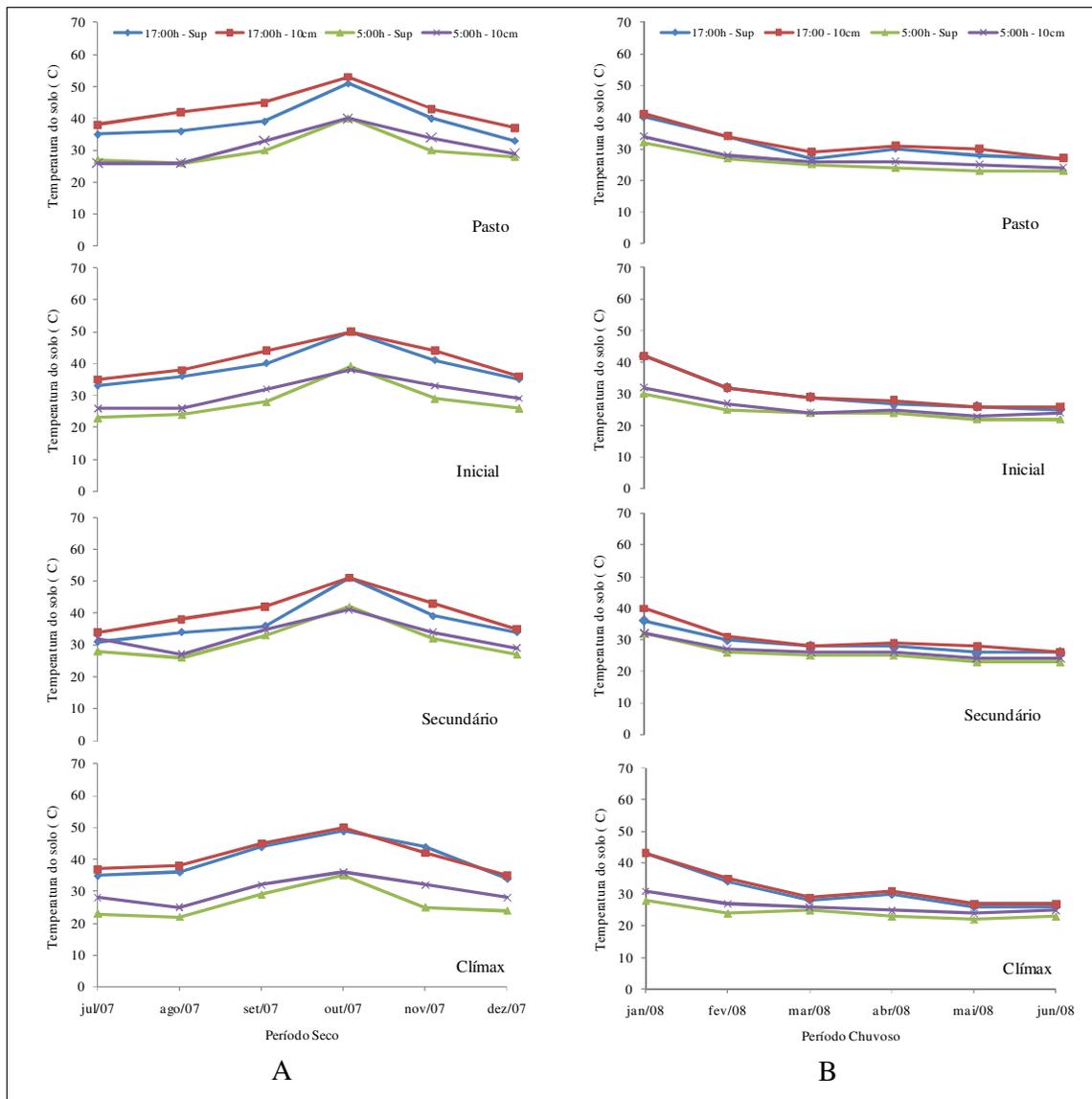


Figura 10. Temperatura do solo durante os períodos seco (A) e chuvoso (B), na superfície e a 10 cm de profundidade, medida as 5:00 e as 17:00 horas, nos quatro estágios de regeneração da caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

Os valores de temperaturas do solo, obtidos às 17:00h na profundidade de 10 cm foram, em geral, superiores aos observados às 5:00h, nos quatro estágios sucessionais estudados, nos dois períodos de avaliação, o que se atribui ao acúmulo de calor no solo durante o dia, refletindo em temperaturas superiores às 17:00h. Já na superfície do solo as menores temperaturas foram verificadas às 05:00h, decorrente do resfriamento do solo durante a noite. Dados semelhantes foram observados por Souto (2006), Alves et al. (2006) e Silva et al. (2006).

3.1.2 Pluviosidade e Conteúdo de Água do Solo

Apresentam-se, na Tabela 3, os dados de pluviosidade (mm) e conteúdo de água no solo. Não houve diferença significativa entre os estágios sucessionais para o conteúdo de água do solo durante todo o período seco e o teste de Tukey a 5% de probabilidade mostrou haver diferenças significativas para as médias em cada estágio sucessional apenas no mês de dezembro de 2007.

Tabela 3. Pluviosidade (mm) e conteúdo de água no solo (%) determinada na profundidade de 0 – 10 cm durante os períodos seco e chuvoso, nos quatro estágios sucessionais da caatinga, no município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

Período de avaliação	Pluviosidade (mm)	Conteúdo de água do solo (%)			
		Pasto	Inicial	Secundário	Clímax
Julho/07	0	1,28aA	1,22aA	1,19aA	1,18aA
Agosto/07	0	1,18aA	1,18aA	1,19aA	1,18aA
Setembro/07	0	1,65aA	1,58aA	1,25aA	1,45aA
Outubro/07	0	1,44aA	1,51aA	1,08aA	1,23aA
Novembro/07	0	1,33aA	1,31aA	0,98aA	1,23aA
Dezembro/07	18,6	7,27bA	6,06bA	6,83bA	6,97bA
Total	18,6				
Período de avaliação	Pluviosidade (mm)	Conteúdo de água do solo (%)			
		Pasto	Inicial	Secundário	Clímax
Janeiro/08	37,2	1,57dA	1,91eA	1,78dA	2,13cA
Fevereiro/08	266,8	8,30cA	5,22deA	8,13cA	8,32bA
Março/08	597,2	16,45aA	16,78aA	17,34aA	0,00dA
Abril/08	129,2	12,41bA	10,68bcA	11,10bcA	9,79bA
Maiio/08	190,9	13,88bA	13,57abA	13,56abA	13,33aA
Junho/08	0	9,14cA	7,57cdA	8,55cA	8,73bA
Total	1221,3				

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

A precipitação total para o período seco (julho a dezembro de 2007) foi de 18,6 mm e para o período chuvoso (janeiro a junho de 2008) foi de 1221,3mm; no mês de março de 2008 verificou-se o maior conteúdo de água no solo, diferindo estatisticamente dos demais, em razão da maior precipitação (597,2 mm), quase 50% da precipitação ocorrida em todo o período chuvoso na região. As precipitações ocorridas nos 12 meses de avaliação foram completamente atípicas, superando a média de pluviosidade anual, que gira em torno de 600mm (ARAÚJO, 2000).

Os teores de umidade do solo, durante o período seco (julho a novembro de 2007) variaram de 0,98 a 1,65%, em função da ausência de precipitação neste período. No mês de dezembro quando ocorreu a primeira chuva após cinco meses de estiagem, verificou-se um aumento considerável da umidade, observando-se valores variando de 6,06% em uma área de estágio sucessional pioneiro, e na área de pasto, 7,27%, sem, no entanto haver diferenças entre os estágios sucessionais.

Durante o período chuvoso (janeiro a junho de 2008) verificaram-se os maiores conteúdos de água no solo (1202,7mm), embora sem diferença significativa entre as áreas em estudo. A região onde foram feitas as avaliações se caracteriza por alta variabilidade espacial e temporal das chuvas, fato esse também verificado por Souto (2006) trabalhando na mesma base física, porém, durante os dois anos de avaliação esse autor verificou precipitações máximas de 830,3mm, durante o período de avaliação compreendidos entre os meses de (outubro de 2003 a setembro de 2004).

3.2. Atividade Microbiana

Com base na ANOVA, verificou-se que para a evolução de CO₂ do solo houve efeito significativo ($p < 0,01$) entre as áreas, apenas no período chuvoso (Tabela 4). As áreas de pasto e clímax apresentaram os menores valores médios 131,7 e 123,37 mgCO₂m⁻²h⁻¹, respectivamente, durante período diurno; durante o período noturno, a área Clímax diferiu significativamente das demais, com o menor valor médio de CO₂ para o período (143,74 mgCO₂m⁻²h⁻¹).

Como foi significativa a interação A x M para a evolução de CO₂ do solo durante o período chuvoso, foi efetuado o desdobramento, constatando-se falta de diferença

significativa entre as áreas estudadas apenas no mês de abril, durante o período diurno, e nos meses de abril e maio, no período noturno (Tabela 5).

Tabela 4. Resumo da ANOVA para os valores médios da evolução de CO₂ do solo para os períodos seco e chuvoso, nos quatro estágios sucessionais da caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

F.V.	GL	Quadrados Médios			
		Diurno-Seco	Noturno-Seco	Diurno-Chuvoso	Noturno-Chuvoso
Área (A)	3	225,10 ^{ns}	97,12 ^{ns}	2697,00**	2765,16**
Bloco	2	24,91 ^{ns}	34,68 ^{ns}	50,59 ^{ns}	19,70 ^{ns}
Resíduo (a)	6	55,67	59,66	178,27	164,29
Parcelas	11				
Meses (M)	5	1756,62**	12210,70**	11659,58**	12338,85**
Int. A x M	15	31,86 ^{ns}	44,95 ^{ns}	3427,60**	3189,45**
Resíduo (b)	40	35,22	27,71	70,94	35,47
Total	71				
C.V. (a) (%)		6,77	5,61	9,7	8,02
C.V. (b) (%)		5,38	3,82	6,11	3,73
Áreas	Valores Médios				
	mgCO ₂ m ⁻² h ⁻¹				
Pasto		108,44a	134,37a	131,70b	159,05a
Inicial		113,16a	138,54a	148,56a	173,78a
Secundário		106,28a	138,44a	147,19a	162,48a
Clímax		113,43a	139,65a	123,37b	143,74b

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

Nota-se, ainda, que os menores valores de CO₂ observados ocorreram no mês de janeiro de 2008, para os períodos diurno e noturno, nas quatro áreas estudadas, provavelmente em função do menor conteúdo de umidade do solo e maiores temperaturas (Figura 6). Souto et al. (2007) verificaram que os fatores limitantes, para a atividade microbiana, em área de caatinga foram os baixos conteúdos de água e as elevadas temperaturas do solo. As variações de temperatura do solo dependem fundamentalmente do tempo, cobertura vegetal, teor de água do solo e de sua coloração (SOUTO, 2002).

Os menores valores médios da evolução de CO₂ foram registrados na área de pasto, durante o período chuvoso diurno, 122,43 e 109,76 mgCO₂m⁻²h⁻¹, nos meses de março e maio de 2008, respectivamente, e durante a avaliação noturna 174,3 mgCO₂m⁻²h⁻¹, diferindo, estatisticamente, das demais áreas em estudo nesse período de seis meses de avaliações. Nessa área, os menores valores registrados se devem, possivelmente, à ausência de vegetação e liteira, e a origem do CO₂ liberado, provavelmente, se restringe a decomposição da matéria orgânica.

Os maiores valores médios da evolução de CO₂ foram verificadas no período noturno e justifica-se em virtude, possivelmente, da menor temperatura à noite, favorecendo, assim

maior atividade microbiana e, conseqüentemente, maior liberação de CO₂ para a atmosfera. Souto et al. (2004) encontraram, também, maior produção de CO₂ no período noturno, quando comparado com o diurno e atribuíram esse resultado às menores oscilações térmicas durante a noite, favorecendo melhores condições para os microrganismos do solo.

Tabela 5. Médias do desbobrimento da interação A x M durante o período chuvoso, para os períodos diurno e noturno de avaliação da evolução de CO₂ do solo nos quatro estágios sucessionais da caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

Áreas	Período Chuvoso - Diurno					
	jan/08	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08
	mgCO ₂ m ⁻² h ⁻¹					
Pasto	89,02aD	159,58aA	122,43bBC	171,44aA	109,76bC	137,97aB
Inicial	94,74aD	166,07aAB	161,81aAB	179,04aA	151,41aBC	138,32aC
Secundário	85,81aC	163,49aA	167,29aA	171,09aA	155,26aAB	140,19aB
Clímax	96,90aD	168,70aAB	0,00cE	176,29aA	144,57aC	154,56aBC
Áreas	Período Chuvoso - Noturno					
	jan/08	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08
	mgCO ₂ m ⁻² h ⁻¹					
Pasto	115,66bD	161,04aB	145,39bC	178,98aA	174,30bAB	178,92aA
Inicial	132,77aC	175,88aB	174,25aB	186,86aAB	192,47aA	180,44aAB
Secundário	125,29abB	176,76aA	134,70bB	182,19aA	177,69abA	178,22aA
Clímax	124,31abC	173,83aB	0,00cD	193,64aA	189,84abA	180,85aAB

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A amplitude das alterações da atividade microbiana, avaliada pela liberação de CO₂, provavelmente esteve relacionada com as variações do tempo. No período chuvoso, a maior umidade do solo e as menores temperaturas registradas, favoreceram a maior liberação de CO₂ e, ainda, aparecimento do estrato herbáceo que propicia melhores condições para o crescimento da população microbiana e a colonização dos organismos decompositores.

Os valores da produção de CO₂, medida mensalmente, resultante da atividade microbiana nos turnos diurno e noturno, durante os períodos seco e chuvoso, são apresentadas na Figura 11; durante o período seco, a quantidade de CO₂ liberada na avaliação noturna difere, estatisticamente, da diurna nos quatro estágios sucessionais estudados, com exceção apenas para a área de pasto no mês de dezembro.

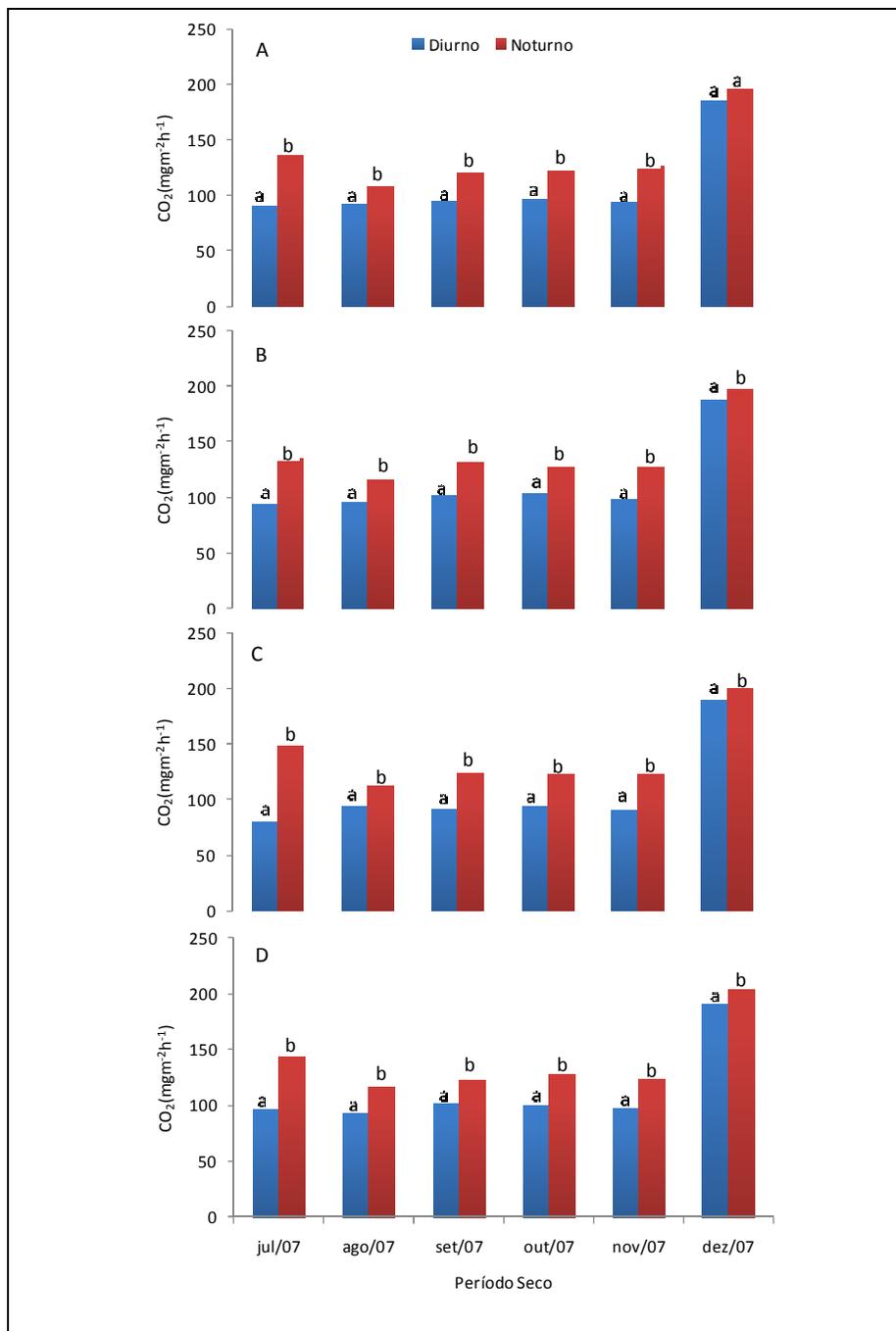


Figura 11. Valores médios da produção de CO₂ (mgCO₂m⁻²h⁻¹) do solo entre os períodos diurno e noturno nas áreas de pasto (A), inicial (B), secundário (C) e clímax (D) durante o período seco na caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007.

Souto et al. (2007), verificaram que os fatores limitantes para a atividade microbiana, em área de caatinga, foram os baixos conteúdos de água e as elevadas temperaturas do solo; e afirmam, ainda, que as variações de temperatura do solo dependem, fundamentalmente, de tempo, cobertura vegetal, teor de água do solo e de sua coloração.

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. 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).

Verificou-se ainda que as maiores produções de CO₂ ocorreram no período chuvoso, coincidindo com a maior disponibilidade hídrica do solo (Figura 12). Nas áreas de pasto e inicial nos meses de fevereiro, março e abril não houve diferença significativa entre o período diurno e noturno o que se justifica pela ocorrência das maiores precipitações (Tabela 2) e pelas menores temperaturas registradas (Figura 6B). Os valores observados foram, em média, 160 mgCO₂m⁻²h⁻¹ para esses três meses (Figura 12 A e B). A maior atividade microbiana, representada pela maior produção de CO₂, está diretamente relacionada à umidade do solo. Isso, provavelmente, pode ser atribuído ao acréscimo do conteúdo de água no solo e temperaturas amenas, o que proporcionou um crescimento substancial do estrato herbáceo e, conseqüentemente, maior atividade dos microrganismos na rizosfera, contribuindo para o aumento do CO₂.

Souto et al. (2004) encontraram maior produção de CO₂ no período noturno, quando comparado com o diurno e atribuíram esse resultado às menores oscilações da temperatura no período noturno, favorecendo melhores condições para os microrganismos do solo. Estes resultados corroboram com os encontrados por Souto (2006), na mesma região, o qual registrou valores acima de 215 mgCO₂m⁻²h⁻¹, observados nos meses com maiores índices pluviométricos.

Para o mês de março/08, não foi possível a quantificação do CO₂ na área clímax, em função da grande precipitação ocorrida, impossibilitando o acesso por terra até a área (Figura 12 D).

Os resultados obtidos para os períodos seco e chuvoso confirmam que as condições climáticas, a temperatura e a umidade do solo, influenciam diretamente no processo de liberação de CO₂ do solo.

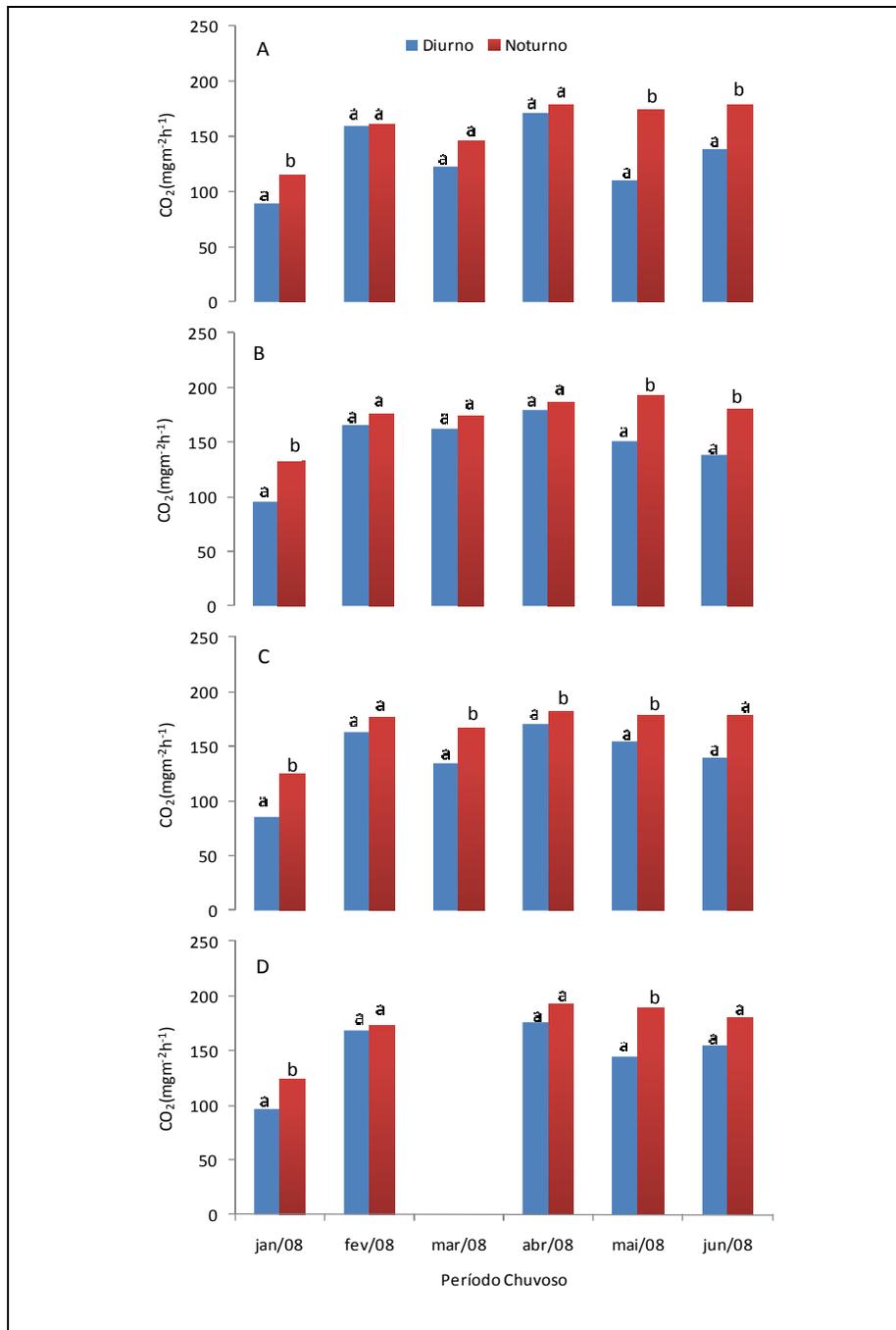


Figura 12. Valores médios da produção de CO₂ (mgCO₂m⁻²h⁻¹) do solo entre os períodos diurno e noturno nas áreas de Pasto (A), Inicial (B), Secundário (C) e Clímax (D) durante o Período Chuvoso na caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2008.

Panosso et al. (2007) mencionam que a umidade e a temperatura do solo são fatores de controle da variabilidade da emissão de CO₂ em solos. Souto et al. (2007) verificaram que os fatores limitantes para a atividade microbiana, em área de caatinga, foram os baixos conteúdos de água e elevadas temperaturas do solo e do ar.

3.3 Carbono Orgânico (CO) e Matéria Orgânica (MO)

Não houve diferença significativa para o carbono orgânico, entre os estágios sucessionais, porém com efeito significativo para a interação A x M, durante o período Chuvoso (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da ANOVA para os valores médios do carbono orgânico (CO) e da matéria orgânica (MO) do solo para os períodos seco e chuvoso, nos quatro estágios sucessionais da caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

F.V.	GL	Quadrados Médios			
		CO - Seco	MO - Seco	CO - Chuvoso	MO - Chuvoso
Áreas (A)	3	0,07 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1,75 ^{ns}
Bloco	2	0,32 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,72 ^{ns}
Resíduo (a)	6	0,08	0,25	0,11	0,32
Parcelas	11				
Meses (M)	5	0,05 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,51**	1,51**
Int. A x M	15	0,04 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,56**	1,66**
Resíduo (b)	40	0,03	0,11	0,04	1,11
Total	71				
C.V. (a) (%)		24,51	24,51	26,57	24,51
C.V. (b) (%)		16,06	16,06	15,45	16,06
Áreas	Valores Médios (%)				
	Seco	Chuvoso			
Pasto	1,18a	2,04a	1,08a	1,87a	
Inicial	1,25a	2,16a	1,45a	2,51a	
Secundário	1,09a	1,89a	1,09a	1,88a	
Clímax	1,19a	2,05a	1,31a	2,26a	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Como a quantidade de material orgânico existente sobre o solo é consequência da massa aportada e de sua velocidade de decomposição, ao se realizar o desdobramento da interação, observa-se que a área clímax apresentou diferença entre os meses de avaliação onde os maiores valores médios foram 2,51% para o carbono orgânico e de 4,33% para a matéria orgânica no mês de abril (Tabela 7). O teor de CO e MO mais elevados na área Clímax pode estar relacionado ao maior tempo de cobertura florestal da área. Além disso, o fato de não ter ocorrido desmatamento, possibilitou um tempo de acúmulo de carbono, pelo aporte de serrapilheira, maior quando comparado às demais áreas.

O conteúdo de carbono orgânico e de matéria orgânica do solo tem uma relação direta com a idade da cobertura vegetal. Moreira & Costa (2004) observaram que o

desmatamento de áreas de floresta primária na Amazônia alterou, significativamente, o conteúdo de carbono orgânico do solo, na profundidade de 0-10 cm, tendo sido constatada uma recuperação parcial no estoque de carbono, somente após o quarto ano de idade do reflorestamento.

Tabela 7. Médias do desdobramento da interação A x M durante o período chuvoso, para o percentual de carbono orgânico do solo (%), nos quatro estágios sucessionais da caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

Áreas	Carbono Orgânico (%)					
	jan/08	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08
Pasto	1,34aA	1,09abA	1,08bA	0,99bA	0,95bA	1,02bA
Pioneiro	1,26aA	1,47aA	1,61aA	1,30bA	1,50aA	1,59aA
Intermediário	1,27aA	0,91bA	0,90bA	1,17bA	1,02abA	1,27abA
Tardio	1,29aBC	1,11abC	0,0cD	2,51aA	1,38abBC	1,58aB

Áreas	Matéria Orgânica (%)					
	jan/08	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08
Pasto	2,32aA	1,89abA	1,85bA	1,72bA	1,64bA	1,77bA
Pioneiro	2,18aA	2,54aA	2,78aA	2,24bA	2,58aA	2,75aA
Intermediário	2,19aA	1,57bA	1,56bA	2,02bA	1,76abA	2,20abA
Tardio	2,23aBC	1,91abC	0,00cD	4,33aA	2,38abBC	2,72aB

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Bochner et al. (2008), trabalhando com três diferentes tipos de cobertura vegetal (floresta secundária e plantios de *Mimosa Caesalpinaefolia* e *Carapa guianenses*, com posterior regeneração natural), registraram os teores mais elevados de carbono no solo de uma floresta secundária, fato relacionado pelos autores ao maior tempo de cobertura florestal da área.

3.4. Matéria Orgânica Leve do Solo (MOL)

A distribuição do peso ou da quantidade da fração leve da matéria orgânica diferiu, significativamente ($p < 0,01$), entre as áreas estudadas durante o período seco (Tabela 8). Dentre os quatro estágios sucessionais foi constatado na área de pasto foi maior massa da fração leve. Por ser uma área utilizada para pastagem, o solo estava continuamente vegetado, favorecendo, o acúmulo da fração leve da matéria orgânica. De acordo com Christensen

(1992), o acúmulo de fração leve é influenciado pelo uso da terra, tipo de vegetação e outros fatores que alteram o balanço entre a produção e a decomposição da matéria orgânica.

Tabela 8. Resumo da ANOVA para os valores médios da matéria orgânica leve do solo (MOL) durante os períodos seco e chuvoso, nos quatro estágios sucessionais da caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

F.V.	GL	Quadrados Médios	
		MOL - Seco	MOL - Chuvoso
Área (A)	3	0,009**	0,004 ^{ns}
Bloco	2	0,001 ^{ns}	0,003 ^{ns}
Resíduo (a)	6	0,0009	0,002
Parcelas	11		
Meses (M)	5	0,003**	0,009**
Int. A x M	15	0,002**	0,002**
Resíduo (b)	40	0,0006	0,001
Total	71		
C.V. (a) (%)		40,72	59,61
C.V. (b) (%)		32,38	39,4
Áreas		Valores Médios (kg ⁻¹ dm ⁻³)	
Pasto		0,10a	0,08a
Inicial		0,08ab	0,10a
Secundário		0,06b	0,07a
Clímax		0,06b	0,08a

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

Como foi significativo o efeito da interação A x M, realizou-se o desdobramento observando-se que os maiores valores médios da MOL foram encontrados durante o período chuvoso (Tabela 9), o que se justifica pela grande deposição de material vegetal ocorrida anteriormente, durante o período seco, em função da característica caducifólia desse bioma. Já Marin et al. (2006), trabalhando com *Gliricidia sepium* (Jacq) Walp, em agroecossistemas no agreste paraibano, observaram maior quantidade de MOL no solo, durante o período seco e atribuíram o aumento de MOL, na época mais seca, à característica caducifólia da *G. sepium*, atributo comum à maioria das espécies vegetais nativas da Caatinga.

Segundo Christensen (1992), a fração leve é sensível às flutuações de entrada da liteira, um indicativo da variabilidade espacial e sazonal. As variações no conteúdo das frações leves são resultantes das mudanças na quantidade e qualidade dos resíduos vegetais que foram adicionados ao solo, da relação entre a entrada por superfície e subsuperfície destes resíduos e, principalmente, das diferentes formas de manejo adotadas.

Tabela 9. Médias do desbobrimento da interação A x M durante o Período Chuvoso, para a matéria orgânica leve do solo (MOL), nos quatro estágios sucessionais da caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

Áreas	Período Seco ($\text{kg}^{-1}\text{dm}^{-3}$)					
	jul/07	ago/07	set/07	out/07	nov/07	dez/07
Pasto	0,09aBC	0,16aA	0,13aAB	0,07aC	0,07aC	0,10aBC
Inicial	0,06bB	0,07bB	0,07bAB	0,10aAB	0,07aAB	0,13aA
Secundário	0,04bA	0,04bA	0,03bA	0,06aA	0,06aA	0,09aA
Clímax	0,04bAB	0,04bAB	0,02bB	0,06aAB	0,08aA	0,10aA
Áreas	Período Chuvoso ($\text{kg}^{-1}\text{dm}^{-3}$)					
	jan/08	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08
Pasto	0,12aA	0,11aA	0,06abA	0,09aA	0,06aA	0,07bA
Inicial	0,10aA	0,12aA	0,09aA	0,10aA	0,06aA	0,12abA
Secundário	0,11aA	0,05aA	0,04abA	0,08aA	0,03aA	0,08bA
Clímax	0,10aAB	0,07aBC	0,00bC	0,10aAB	0,04aBC	0,17aA

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

A área de pasto diferiu, estatisticamente, das demais, nos meses de julho, agosto e setembro do período seco, com os maiores valores médios de MOL 0,09, 0,16 e 0,13 $\text{kg}^{-1}\text{dm}^{-3}$ de solo, respectivamente (Tabela 9). Este resultado corrobora com o encontrado por Pinheiro et al. (2004) que, ao realizarem o fracionamento densimétrico da matéria orgânica do solo, sob diferentes sistemas de manejo, observaram que as maiores quantidades de fração leve (livre e intra-agregado) foram encontradas na cobertura vegetal com gramínea, não havendo diferença entre os sistemas de preparo do solo.

Pelos resultados, constata-se que as frações leves podem vir a ser utilizadas como indicadores de alterações resultantes da modificação da cobertura vegetal e manejo do solo. Estes resultados são similares aos obtidos por outros autores estudos (JANZEN et al., 1992; PINHEIRO et al., 2004), em que as frações mais lábeis da MOS, como a fração leve, têm sido boas indicadoras às mudanças decorrentes das diferentes formas de uso do solo.

Janzen et al. (1992) destacam que, sob condições relativamente áridas, a MOL tende a decompor-se a taxas lentas e acumular-se em teores elevados em comparação com condições de maior umidade. Esse comportamento está associado, principalmente, à redução da atividade microbiana.

Acredita-se que a MOL nas áreas de caatinga do presente estudo não esteja somente associada aos resíduos orgânicos, mas também ao seu acúmulo, graças à diminuição da atividade da biomassa microbiana, durante o período seco.

3.5 Macrofauna do Solo

3.5.1 Densidade e Frequência Relativa dos Grupos Faunísticos

Considerando as áreas de pasto, inicial, secundária e clímax, em estudos, durante o período seco que compreende os meses de julho a dezembro de 2007, foram identificados 14 grupos taxonômicos pertencentes ao filo *Arthropoda*, distribuídos nas Classes *Insecta* e *Arachnida* e, ainda, 2 formas de larvas (Tabela 10). Neste período, o grupo *Hymenoptera* (formigas) foi predominante em todas as áreas estudadas, seguido pelos grupos *Diptera* (moscas), *Coleoptera* (besouros), *Araneae* (aranhas) e *Pseudoescorpiones* (pseudoescorpiones).

Durante o período chuvoso, em que foram considerados os meses de janeiro a junho de 2008, verificou-se a presença de 16 grupos faunísticos e 3 formas larvais (Tabela 2). O grupo *Diptera* foi o de maior frequência 28,67, 22,88, 27,35 e 30,75% nas áreas de pasto, inicial, secundária e clímax, respectivamente, seguido pelos *Hymenoptera*, *Coleoptera*, *Araneae* e *Orthoptera*.

Na área Clímax, foi constatada a maior diversidade, onde identificaram-se 17 grupos no período seco, uma evidência de ser o ambiente desse estágio sucessional o de maior biodiversidade (Tabela 10). A menor biodiversidade verificou-se na área de regeneração secundária, na qual foram identificados 13 grupos faunísticos no período seco. Características como especificidade na alimentação, níveis de resistência a intempéries, biologia reprodutiva e habilidade de dispersão podem ser citadas como possíveis razões da maior ocorrência desses organismos em determinadas áreas (HOFFMAN et al., 2009).

Considerando-se os dois períodos de avaliação, maior densidade de indivíduos foi registrada durante o período seco, nas quatro áreas em estudo (Tabela 10), o que se justifica em função do predomínio do grupo *Hymenoptera* com as maiores frequências relativas 33,40%, 44,54%, 45,26% e 39,04 % nas áreas de pasto, pioneira, secundária e clímax, respectivamente. O menor valor foi observado na área de pasto (33,4%), provavelmente, em função da pouca diversidade da paisagem apresentada. De modo geral, o ambiente mais favorável às formigas é aquele com alimentos de alta qualidade e condições mais favoráveis de micro-habitats (SILVA et al., 2006).

A maior ocorrência do grupo *Hymenoptera*, nas áreas de regeneração pioneira, secundária e Clímax, nos períodos seco e chuvoso (Tabela 10), pode ser um indicativo de

equilíbrio desses ambientes sucessionais, visto que a relevância desse grupo para a comunidade da fauna edáfica é atribuída ao hábito social e à repartição do trabalho, pois seus indivíduos operam na redistribuição das partículas, dos nutrientes e da matéria orgânica, melhoram a infiltração de água no solo pelo aumento da porosidade e a aeração (BRUYN, 1999). Em geral, esse grupo faunístico é abundante e considerado de fundamental importância para os processos de decomposição em ecossistemas tropicais (ASSAD, 1997). Ademais, as formigas ocupam nichos diversificados no ecossistema (SILVA & BRANDÃO, 1999) e atuam como dispersores de sementes de espécies de plantas da caatinga (LEAL, 2004). Sua presença, nas mais adversas condições, se deve ao fato de representarem um terço do total da biomassa de insetos das florestas brasileiras, ou ainda, por serem importantes na ciclagem de nutrientes e regeneração florestal, facilidade de coleta e identificação (LOPES et al., 2003), podendo ser potencialmente utilizadas como bioindicadores de qualidade ambiental.

O grupo *Coleoptera*, envolvendo organismos saprófagos e predadores e que exercem estas duas funções, simultaneamente, foi identificado em todas as áreas e períodos estudados, mas, com maior frequência durante o período chuvoso (Tabela 10). Por sua vez, a maior frequência relativa dos coleópteros ocorreu no período chuvoso, 12,06% na área clímax, preservada e de maior diversidade de espécies; no período seco, o maior valor foi observado na área de pasto (9,67%), provavelmente, em função das massas fecais deixadas na área, anteriormente, utilizada como pastagem, atraindo coleópteros saprófagos. Na época das chuvas estes organismos são favorecidos pela serrapilheira, usada como fonte de alimento, aliada a boa condição de umidade do solo.

Nunes et al. (2008), trabalhando em áreas de caatinga, submetidas a queimadas, observaram comportamento semelhante, com maior número de indivíduos nas áreas mais degradadas no período seco, e nas áreas mais preservadas, no período chuvoso. Assis Júnior (2000) cita que picos de riqueza, abundância e biomassa de alguns coleópteros ocorrem na estação chuvosa, quando esses besouros apresentam máxima atividade diária.

Os grupos taxonômicos que aparecem neste estudo se repetiram nos dois períodos de avaliação, exceto o grupo *Psocoptera*, que apareceu apenas no período chuvoso (Tabela 10).

O grupo *Chilopoda* só foi identificado na área secundária e na Clímax durante o período seco, e, durante o período chuvoso, na área Clímax (Tabela 10). Os Chilopodas são generalistas e predadores que se alimentam de mesofauna e macrofauna (SCHEU & SCHAEFER, 1998). Esse grupo de artrópodes pode ter altas densidades em fases

sucessionais iniciais, em que há flutuação extrema em umidade e temperatura do solo (GRGIC & CÓS, 2005).

Tabela 10. Número médio de indivíduos e frequência relativa (%) da macrofauna durante os períodos seco e chuvoso na Caatinga, em quatro diferentes estágios sucessionais, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

Grupo Faunístico	Período Seco							
	Pasto	Inicial	Secundário	Clímax	Pasto	Inicial	Secundário	Clímax
	Nº de Indivíduos *				%			
Araneae	2,66	3,11	2,40	2,53	8,95	10,62	11,46	12,80
Acarina	0,27	1,16	0,49	0,10	0,92	3,96	2,32	0,49
Chilopoda	-	-	0,19	0,18	-	-	0,92	0,89
Coleoptera	2,87	2,04	0,99	0,77	9,67	6,98	4,72	3,88
Diptera	5,20	3,92	3,54	2,83	17,50	13,41	16,90	14,27
Embioptera	0,64	0,70	0,37	0,60	2,17	2,39	1,76	3,01
Escorpionida	0,10	0,27	0,19	0,19	0,33	0,93	0,92	0,98
Hemiptera	1,07	0,45	-	0,27	3,60	1,54	-	1,38
Hymenoptera	9,92	13,03	9,49	7,73	33,40	44,54	45,26	39,04
Larva de Coleoptera	0,27	-	-	0,74	0,92	-	-	3,74
Larva de Diptera	0,85	0,53	0,34	-	2,87	1,81	1,62	-
Isoptera	0,37	0,10	-	0,19	1,25	0,33	-	0,98
Orthoptera	0,96	0,55	0,52	1,07	3,24	1,87	2,46	5,42
Pseudoescorpiones	2,07	1,62	1,09	1,19	6,98	5,55	5,19	5,99
Thysanoptera	1,14	1,32	1,16	0,80	3,84	4,53	5,53	4,05
Trichoptera	0,52	0,18	0,19	0,19	1,74	0,60	0,92	0,98
Ninfas	-	-	-	0,24	-	-	-	1,23
N.I.	0,78	0,27	-	0,18	2,64	0,93	-	0,89
Total de Grupos	16	15	13	17				
Total de organismos	29,69	29,24	20,97	19,81	100	100	100	100
Grupo Faunístico	Período Chuvoso							
	Pasto	Inicial	Secundário	Clímax	Pasto	Inicial	Secundário	Clímax
	Nº de Indivíduos *				%			
Araneae	1,42	1,67	1,38	1,49	6,40	6,62	6,66	9,06
Acarina	0,10	0,42	-	-	0,44	1,66	-	-
Chilopoda	-	-	-	0,10	-	-	-	0,59
Coleoptera	2,55	2,84	1,94	1,99	11,48	11,25	9,37	12,06
Diptera	6,36	5,79	5,67	5,06	28,67	22,88	27,35	30,75
Embioptera	0,49	0,78	0,55	0,57	2,23	3,08	2,64	3,49
Escorpionida	-	0,18	-	0,10	-	0,70	-	0,59
Hemiptera	2,10	1,26	1,54	1,51	9,48	4,97	7,46	9,20
Hymenoptera	2,99	3,93	2,96	2,09	13,48	15,55	14,28	12,69
Larva de Coleoptera	0,95	1,48	0,65	0,37	4,30	5,85	3,15	2,25
Larva de Diptera	1,79	1,87	1,94	0,57	8,08	7,40	9,38	3,49
Larva de Hemiptera	-	0,10	-	0,24	-	0,38	-	1,48
Isoptera	-	0,19	-	0,10	-	0,77	-	0,59
Opiliones	1,10	0,75	0,82	0,19	4,95	2,97	3,94	1,18
Orthoptera	1,30	2,52	1,50	1,05	5,88	9,96	7,23	6,35
Pseudoescorpiones	0,44	0,29	0,53	0,10	1,97	1,15	2,55	0,59
Psocoptera	-	0,10	-	-	-	0,38	-	-
Thysanoptera	0,24	0,49	0,45	0,74	1,10	1,96	2,17	4,48
Trichoptera	0,10	-	0,18	0,10	0,44	-	0,85	0,59
Ninfas	-	0,18	-	-	-	0,70	-	-
N.I.	0,24	0,45	0,61	0,10	1,10	1,78	2,96	0,59
Total de Grupos	15	19	14	18	-	-	-	-
Total de organismos	22,17	25,28	20,72	16,46	100	100	100	100

* Número de indivíduos transformados em $\log(x + 1)$.

O grupo *Isoptera* foi identificado nas áreas de Pasto, Inicial e Clímax durante o período seco, e, durante o período chuvoso, na área inicial e clímax. Os cupins alteram a natureza e a distribuição da matéria orgânica bem como atuam na construção de galerias subterrâneas modificando assim a textura e a fertilidade do solo.

Na área clímax, verificaram-se, para o grupo *Araneae*, percentuais relativos de 12,8 e 9,06% nos períodos seco e chuvoso, respectivamente (Tabela 10). Este grupo da macrofauna tem hábito predador e a estrutura gerada nessa área possibilitou a colonização de várias espécies da fauna do solo com diferentes estratégias de sobrevivência. Segundo Carvalho (2003), a produção total de fitomassa da vegetação da caatinga pode alcançar valores superiores a $5 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, formando uma camada espessa com vários extratos de matéria fresca que se constituem em diferentes recursos alimentares, favorecendo o aparecimento de maior número de nichos ecológicos e resultando em complexa rede alimentar. Nunes et al. (2009) verificaram, em área de mata natural de caatinga, maior ocorrência de indivíduos do grupo *Araneae* e atribuíram tal resultado ao microhabitat gerado nesse sistema.

Verifica-se ainda que as larvas de *Diptera* e *Coleoptera* ocorreram em boas proporções, em todas as áreas, no período chuvoso (Tabela 10), quando registrou-se os maiores valores de conteúdo de água no solo, coincidindo com as maiores precipitações (Tabela 3). As larvas de *Diptera* podem ser tanto saprófagas, quanto predadores, em termos de suas funções nos ecossistemas. Para Frouz (1999), em ecossistemas de florestas e campos, as larvas desses insetos representam os organismos mais abundantes, em função de fatores favoráveis como maior camada de resíduos orgânicos e umidade.

Em todas as áreas estudadas verificou-se, durante o período seco, uma menor quantidade de formas juvenis (larvas) e aumento de insetos sociais, ocorrendo o contrário, no período das chuvas, em que verificou-se um aumento significativo das larvas e diminuição do número de indivíduos adultos (Tabelas 10).

Em termos de densidade de organismos pode-se classificar as áreas estudadas na seguinte ordem: pasto > inicial > secundário > clímax, durante o período seco, no período chuvoso, a ordem foi: inicial > pasto > secundário > clímax. Os organismos da fauna edáfica têm comportamento sazonal ou são ativos em determinado período do ano. A irregularidade pluviométrica afeta essas populações, ou seja, a água é o principal fator limitante para a sua atividade (ROVEDDER et al., 2004).

3.5.2 Índices de Diversidade e Uniformidade

Para a análise dos índices, dois componentes devem ser levados em consideração: a diversidade e a uniformidade de distribuição das espécies. O índice de diversidade de Shannon é um dos mais utilizados e bastante adequado para o estudo da ecologia do solo, uma vez que atribuem valores maiores às espécies raras presentes na comunidade (TOLEDO, 2003).

Os índices de Shannon (H) e de Pielou (e), observados na Tabela 11, são utilizados para se identificar o domínio dos grupos faunísticos nas áreas estudadas. Com relação ao grupo *Hymenoptera* (formigas), verifica-se que, nas áreas de pasto (0,48), inicial (0,35), secundária (0,34) e clímax (0,41), os valores obtidos para o índice de Shannon foram os menores, indicando ter sido esse grupo o de maior expressão, dentre os demais grupos avaliados durante o período seco.

A mesma expressividade foi registrada para o grupo *Diptera* durante o período chuvoso com valores de 0,87, 0,81, 0,85 e 0,90, nas áreas de pasto, inicial, secundária e clímax, respectivamente (Tabela 11). Os baixos valores obtidos nos índices do grupo *Hymenoptera* no período seco e do grupo *Diptera* durante o período chuvoso são uma evidência que a alta densidade de indivíduos reduziram a diversidade no ecossistema. A maior abundância desses insetos reduziu a uniformidade (e), confirmando a acentuada dominância desses organismos nas amostragens realizadas e, portanto, reduzindo a equitabilidade, uma vez que a diversidade de espécies está associada a uma relação entre o número de espécies (riqueza) e a distribuição do número de indivíduos entre as espécies (equitabilidade) (MOÇO et al., 2005).

O maior valor de uniformidade gerado foi na amostragem realizada na área de regeneração Inicial para o grupo *Isoptera* (2,11), no período seco, e para os grupos *Trichoptera* e *Acarina* (2,01) durante o período chuvoso (Tabela 11). A partir dessa relação, pôde-se estabelecer que as amostras coletadas nas áreas de Pasto e Inicial para estes três grupos faunísticos foram os de menor dominância entre todos os grupos identificados. Essas condições podem sugerir que o microclima e os recursos alimentares foram capazes de atrair mais indivíduos de diferentes grupos, funcionando como uma espécie de refúgio na pastagem.

De acordo com a relação de Begon et al. (1996) para uniformidade, quanto menores forem os valores obtidos para esse índice, menos uniforme é o ecossistema estudado; assim,

os grupos ou um grupo específico de organismos pertencentes a esta comunidade possuiriam uma dominância mais acentuada que outros.

Tabela 11. Índices de Shannon (H) e Índice de Pielou (e) encontrados no período Seco e Chuvoso nos quatro estágios sucessionais da caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

Grupo Faunístico	Período Seco							
	Pasto		Inicial		Secundário		Clímax	
	H	e	H	e	H	e	H	e
Araneae	1,05	0,87	0,97	0,83	0,94	0,84	0,89	0,73
Acarina	2,04	1,69	1,40	1,19	1,63	1,47	2,31	1,88
Chilopoda	-	-	-	-	-	-	2,05	1,67
Coleoptera	1,01	0,84	1,16	0,98	1,33	1,19	1,41	1,15
Diptera	0,76	0,63	0,87	0,74	0,77	0,69	0,85	0,69
Embioptera	1,66	1,38	1,62	1,38	1,75	1,57	1,52	1,24
Escorpião	2,49	2,06	2,03	1,73	2,03	1,83	2,01	1,63
Hemiptera	1,44	1,20	1,81	1,54	-	-	1,86	1,51
Hymenoptera	0,48	0,40	0,35	0,30	0,34	0,31	0,41	0,33
Larva de Coleoptera	2,04	1,69	-	-	-	-	1,43	1,16
Larva de Diptera	1,54	1,28	1,74	1,48	1,79	1,61	-	-
Isoptera	1,90	1,58	2,48	2,11	-	-	2,01	1,63
Orthoptera	1,49	1,24	1,73	1,47	1,61	1,44	1,27	1,03
Pseudoescorpião	1,16	0,96	1,26	1,07	1,28	1,15	1,22	0,99
Thysanoptera	1,42	1,18	1,34	1,14	1,26	1,13	1,39	1,13
Trichoptera	1,76	1,46	2,22	1,89	2,03	1,83	2,01	1,63
Ninfas	-	-	-	-	-	-	1,91	1,55
N.I.	1,58	1,31	2,03	1,73	-	-	2,05	1,67
Grupo Faunístico	Período Chuvoso							
	Pasto		Inicial		Secundário		Clímax	
	H	e	H	e	H	e	H	e
Arachnida	1,19	1,01	1,18	0,92	1,18	1,03	1,04	0,83
Acarina	2,36	2,01	1,78	1,39	-	-	-	-
Chilopoda	-	-	-	-	-	-	2,23	1,78
Coleoptera	0,94	0,80	0,95	0,74	1,03	0,90	0,92	0,73
Diptera	0,54	0,46	0,64	0,50	0,56	0,49	0,51	0,41
Embioptera	1,65	1,40	1,51	1,18	1,58	1,38	1,46	1,16
Escorpião	-	-	2,16	1,69	-	-	2,23	1,78
Hemiptera	1,02	0,87	1,30	1,02	1,13	0,98	1,04	0,83
Hymenoptera	0,87	0,74	0,81	0,63	0,85	0,74	0,90	0,71
Larva de Coleoptera	1,37	1,16	1,23	0,96	1,50	1,31	1,65	1,31
Larva de Diptera	1,09	0,93	1,13	0,88	1,03	0,90	1,46	1,16
Larva de Hemiptera	-	-	2,42	1,89	-	-	1,83	1,46
Isoptera	-	-	2,12	1,65	-	-	2,23	1,78
Opiliones	1,31	1,11	1,53	1,19	1,40	1,23	1,93	1,54
Orthoptera	1,23	1,05	1,00	0,78	1,14	1,00	1,20	0,95
Pseudoescorpião	1,71	1,45	1,94	1,52	1,59	1,39	2,23	1,78
Psocoptera	-	-	2,42	1,89	-	-	-	-
Thysanoptera	1,96	1,67	1,71	1,34	1,66	1,45	1,35	1,07
Trichoptera	2,36	2,01	-	-	2,07	1,81	2,23	1,78
Ninfas	-	-	2,16	1,69	-	-	-	-
N.I.	1,96	1,67	1,75	1,37	1,53	1,33	2,23	1,78

- = não encontrado

Quanto à diversidade da fauna edáfica no período seco (Tabela 12), observa-se que houve diferença significativa apenas na área de Pasto no mês de julho, com valor de 0,78 para o Índice de Shannon e de 0,66 para o de Pielou.

Para o período chuvoso, menor diversidade foi observada no mês de fevereiro/08 na área de regeneração Inicial, cujo valor do índice de Shannon foi 0,80, evidenciando que nesse mês, a grande densidade de indivíduos de um ou mais grupos faunísticos, refletiu em uma redução da diversidade. Essa redução da diversidade mostra não ter ocorrido uma distribuição uniforme no período chuvoso, o que se justifica pelo baixo valor (0,64) encontrado para o índice de Pielou (Tabela 12).

Tabela 12. Comparação das médias dos índices de Shannon e Pielou para a macrofauna, nos quatro estágios sucessionais estudados, durante os períodos seco e chuvoso, na caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

Áreas	Período Seco						
	Índice de Shannon (H)						
	jul/07	ago/07	set/07	out/07	nov/07	dez/07	
Pasto	0,78a	1,24a	1,35a	1,26a	1,45a	1,25a	
Inicial	0,65b	1,21ab	1,30ab	1,39ab	1,55a	1,35ab	
Secundário	0,64b	1,25ab	1,22ab	1,39ab	1,44ab	1,58a	
Clímax	0,60b	1,39a	1,30a	1,12ab	1,59a	1,63a	
Áreas	Índice de Pielou (e)						
	Pasto	0,66a	1,05a	1,15a	1,07a	1,23a	1,06a
	Inicial	0,57b	1,06ab	1,13ab	1,21ab	1,36a	1,18ab
Secundário	0,58b	1,13ab	1,10ab	1,25ab	1,29ab	1,41a	
Clímax	0,50b	1,16a	1,08a	0,93ab	1,32a	1,36a	
Áreas	Período Chuvoso						
	Índice de Shannon (H)						
	jan/08	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08	
Pasto	0,98ab	0,88ab	0,00b	1,24a	1,29a	1,31a	
Inicial	0,94a	0,80ab	0,00b	1,17a	1,43a	1,45a	
Secundário	1,01ab	0,92ab	0,00b	1,16a	1,26a	1,34a	
Clímax	0,98ab	0,91ab	0,00b	1,25a	1,27a	1,23a	
Áreas	Índice de Pielou (e)						
	Pasto	0,86ab	0,76ab	0,00b	1,08a	1,12a	1,15a
	Inicial	0,75a	0,64ab	0,00b	0,93a	1,14a	1,16a
Secundário	0,91ab	0,82ab	0,00b	1,04a	1,13a	1,21a	
Clímax	0,80ab	0,74ab	0,00b	1,02a	1,04a	1,00a	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

O maior valor do Índice de Shannon foi encontrado no mês de novembro de 2007, no período seco, e nos meses de maio e junho/08 no período chuvoso, provavelmente em função do menor número de organismos capturados, e, provavelmente, da pequena variação da riqueza da fauna (7 grupos identificados em cada um desses meses), o que elevou a equitabilidade, obtendo-se os valores de 1,14 e 1,16 para os meses de maio e junho, respectivamente. A diversidade de espécies está associada a uma relação entre o número de

espécies (riqueza) e a distribuição do número de organismos entre as espécies (equitabilidade) (WALKER, 1989).

3.5.3 Análise de Agrupamento para a Macrofauna Edáfica

A fim de se evidenciarem dissimilaridades entre as comunidades da macrofauna do solo, aplicou-se a análise multivariada de agrupamento, com o complemento do coeficiente de correlação de Pearson, como medida de distância, e com o método de ligação completa (Figura 13 e 14).

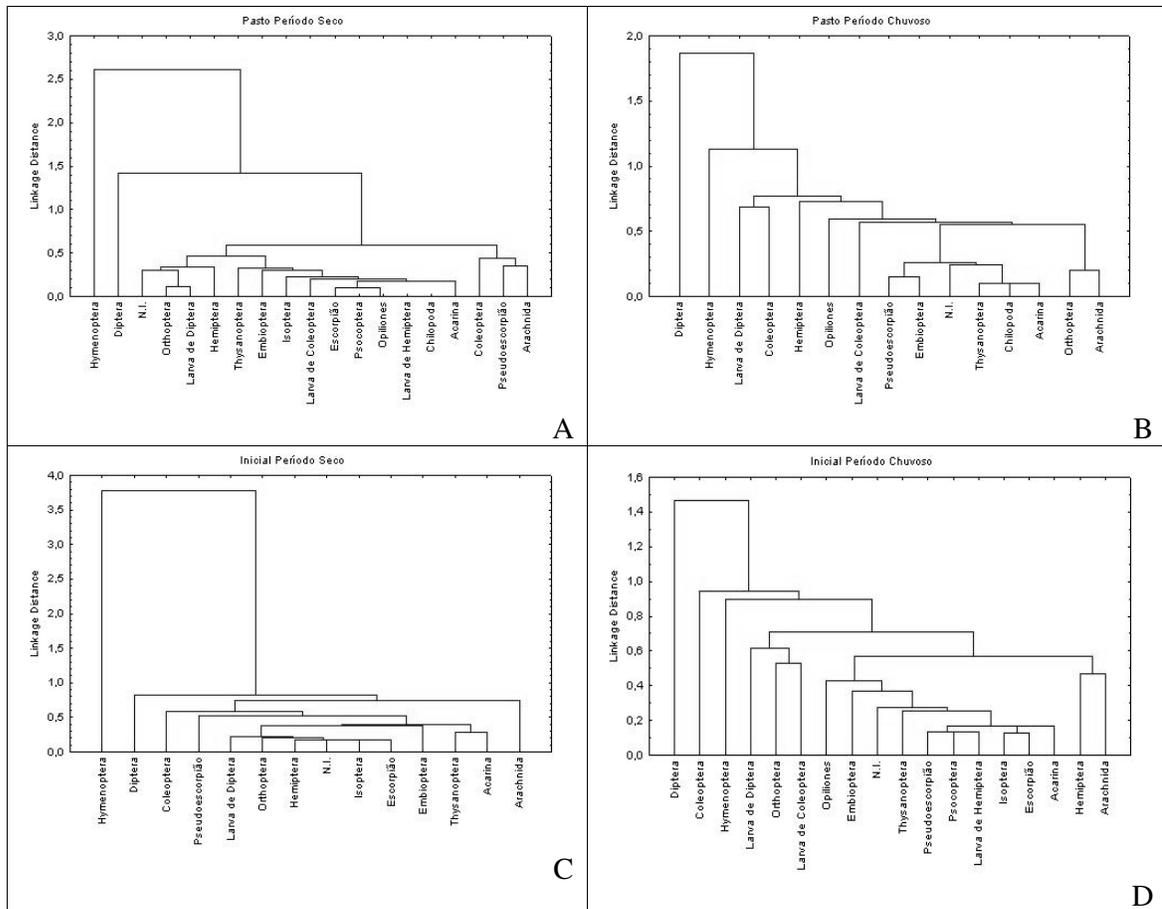


Figura 13. Dendrogramas a partir da distância de ligação referente aos organismos da macrofauna para as áreas de pasto (A) e (B), inicial (C) e (D) para os períodos seco e chuvoso, respectivamente, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

A partir dessa análise, foram obtidos dendrogramas, nos quais foram identificados agrupamentos de tratamentos com maior ou menor grau de similaridade, de acordo com sua distância. O método de ligação completa, também chamado de método de vizinho mais

distancia, se caracteriza pela formação de grupos a partir da fusão dos dois elementos mais distantes, e é o método mais recomendado em ecologia, quando o objetivo é identificar fortes descontinuidades (VALENTIN, 1995).

A caracterização do arranjo interno da comunidade da macrofauna edáfica, avaliada pela análise de agrupamento, evidenciou para o período seco que o grupo *Hymenoptera* foi o de maior distância de ligação, em relação aos demais grupos do dendrograma, e que os grupos com menor frequência relativa foi de grande similaridade entre si (Figura 13 A e C; Figura 14 A e C).

Com relação ao grupo *Hymenoptera*, todas as áreas foram similares por apresentarem maior frequência relativa. De modo geral, em todas as áreas foi alta a densidade de organismos deste grupo, considerados de fundamental importância para os processos de decomposição (LAVELLE & SPAIN, 2001).

As formigas se adaptam, facilmente, às condições locais, podendo haver predomínio de uma ou poucas espécies. A ocorrência ampla, associada à variedade de hábitos alimentares, confere a esses organismos o potencial de atuar como eficientes polinizadores, dispersores de sementes, detritívoros e predadores, participando, ativamente, do equilíbrio dinâmico de agroecossistemas conservacionistas (LOBRY de BRUYN, 1999).

A estrutura das comunidades das formigas é fundamental em estudo de impacto ambiental, por manter e restaurar a qualidade do solo. As formigas operam na redistribuição das partículas, dos nutrientes e da matéria orgânica, melhoram a infiltração de água no solo pelo aumento da porosidade e a aeração (BRUYN, 1999); são fundamentais no estudo de áreas degradadas, em estágio de regeneração ou em áreas florestais com diferentes usos do solo. Em virtude de sua presença em todos os estratos da vegetação (abundância e riqueza), é possível a avaliação de alterações ambientais indicando o estado de conservação ou de degradação. Sua presença nas mais adversas condições se deve ao fato de representarem um terço do total da biomassa de insetos das florestas brasileiras, ou ainda, por serem importantes na ciclagem de nutrientes, regeneração florestal, facilidade de coleta e identificação (HARADA, 2003). Pela estreita relação com a vegetação, as formigas são sensíveis às alterações ambientais, exercendo papel ecológico importante nos ecossistemas (SOUZA et al., 2001).

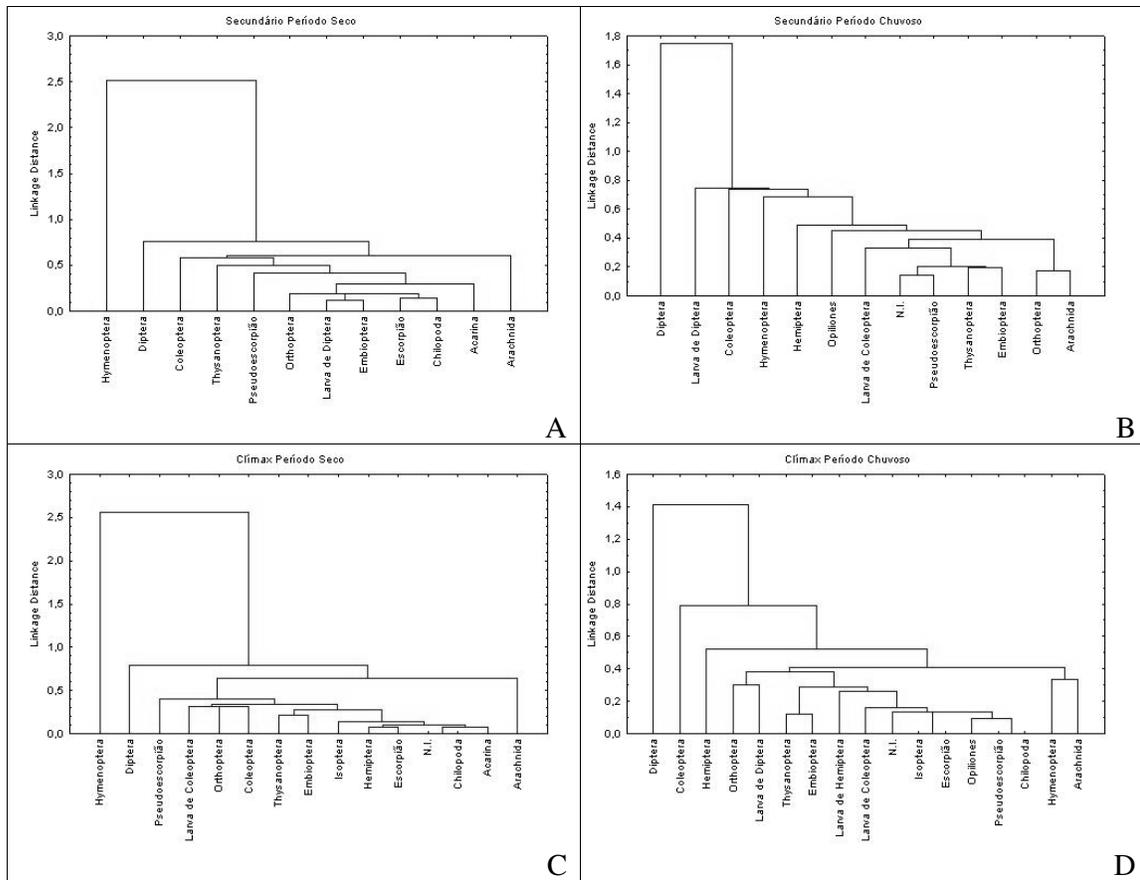


Figura 14. Dendrogramas a partir da distância de ligação referente aos organismos da macrofauna para as áreas de Secundário (A) e (B) e Clímax (C) e (D) para os períodos seco e chuvoso, respectivamente, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

Para o período chuvoso, foi maior a distância de ligação do grupo *Diptera* em relação aos demais grupos do dendrograma, com grande similaridade com os grupos de menor frequência relativa (Figura 13 B e D; Figura 14 B e D). Segundo Frouz (1999), em ecossistemas de florestas e campos, as larvas de *Diptera* representam parcela considerável da comunidade edáfica, em função de fatores favoráveis, como maior quantidade de resíduos orgânicos e de umidade.

Os dípteros do solo desempenham papel significante na decomposição de matéria orgânica e podem ser indicadores do manejo da intensidade e resistência ambiental. Em alguns ecossistemas, são os organismos mais abundantes, sendo maior em florestas e campos quando comparado a agroecossistemas, em função de fatores favoráveis como maior camada de serapilheira e umidade (FROUZ, 1999).

3.6 Mesofauna do Solo

3.6.1 Composição da Comunidade do Solo

Durante o período de avaliação foram coletadas 576 amostras de solo + serrapilheira, sendo identificados 143 indivíduos no período seco, distribuídos em 7 grupos taxonômicos, e 742 no período chuvoso, distribuídos em 10 grupos, totalizando 885 indivíduos.

3.6.2 Densidade e Percentual dos Grupos Faunísticos

O número e percentagem de indivíduos coletados nas áreas experimentais, por grupo taxonômico nos períodos seco e chuvoso, são apresentados na Tabela 13. Observou-se um predomínio do grupo Collembola nas áreas de regeneração inicial (68,29%), secundária (56,76%) e na área de pasto (47,62%) e clímax (50,0%) do grupo *Acarina*, durante o período seco.

A grande expressividade desses dois grupos – Collembola e *Acarina* – serve de indicador da condição biológica do solo, pela sensibilidade às condições ambientais (DAMÉ, et al, 1996). Souto (2006) encontrou resultados semelhantes para esses dois grupos taxonômicos em avaliações realizadas na caatinga no mesmo município, e comenta, ainda, que tal comportamento se torna relevante, onde pouco se conhece sobre os organismos que habitam os solos sob a Caatinga e seu papel na ciclagem de nutrientes.

Houve um número muito pequeno de indivíduos coletados, considerando todos os grupos faunísticos, com valores 21, 41, 37 e 44 nas áreas de Pasto, Inicial, Secundário e Clímax, respectivamente, provavelmente em função da diminuição da oferta de alimentos, o que restringe a existência de alguns grupos, ficando apenas os mais adaptados às condições ambientais de escassez hídrica e de alimentos e, ainda, de altas temperaturas.

Tabela 13. Densidade de indivíduos e percentual relativo dos grupos faunísticos da mesofauna do solo, durante os períodos seco e chuvoso para os quatro estágios sucessionais na caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

Grupo Faunístico	Período Seco							
	Nº de Indivíduos				%			
	Pasto	Inicial	Secundário	Clímax	Pasto	Inicial	Secundário	Clímax
Acarina	10	13	13	22	47,62	31,71	35,14	50,00
Araneae	-	-	2	1	-	-	5,41	2,27
Chilopoda	-	-	-	-	-	-	-	-
Collembola	9	28	21	19	42,86	68,29	56,76	43,18
Coleoptera	-	-	1	-	-	-	2,70	-
Diplura	-	-	-	-	-	-	-	-
Diptera	-	-	-	-	-	-	-	-
Hymenoptera	1	-	-	1	4,76	-	-	2,27
Isoptera	-	-	-	-	-	-	-	-
Protura	1	-	-	-	4,76	-	-	-
Pseudoescorpião	-	-	-	-	-	-	-	-
Psocoptero	-	-	-	1	-	-	-	2,27
Symphyla	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de grupos	4	2	4	5				
Total de indivíduos	21	41	37	44	100	100	100	100

Grupo Faunístico	Período Chuvoso							
	Nº de Indivíduos				%			
	Pasto	Inicial	Secundário	Clímax	Pasto	Inicial	Secundário	Clímax
Acarina	61	76	134	152	52,14	47,80	58,52	64,14
Araneae	-	-	-	-	-	-	-	-
Chilopoda	1	2	4	5	0,85	1,26	1,75	2,11
Collembola	37	36	46	29	31,62	22,64	20,09	12,24
Coleoptera	-	6	1	11	-	3,77	0,44	4,64
Diplura	4	2	7	1	3,42	1,26	3,06	0,42
Diptera	-	-	-	-	-	-	-	-
Hymenoptera	-	-	-	7	-	-	-	2,95
Isoptera	-	1	-	5	-	0,63	-	2,11
Protura	7	33	32	14	5,98	20,75	13,97	5,91
Pseudoescorpião	1	1	1	1	0,85	0,63	0,44	0,42
Psocoptero	3	-	-	-	2,56	-	-	-
Symphyla	3	2	4	12	2,56	1,26	1,75	5,06
Total de grupos	8	9	8	10				
Total de indivíduos	117	159	229	237	100	100	100	100

- = Não Encontrado

Primavesi (1999) comenta que a densidade de seres vivos no solo é determinada pela oferta local de alimento. Para Colinvaux (1996) e Begon et al. (1996), esse comportamento é característico de climas tropicais, com estações bem definidas, sendo uma seca e outra úmida. Martins & Santos (1999) salientam que, em uma comunidade, cada espécie tem abundância diferente, sendo algumas muito abundantes (dominantes) e outras de abundância muito pequena (raras). É provável que os grupos *Acarina* e *Collembola* sejam resistentes e perfeitamente adaptados às condições de altas temperaturas e grandes variações no regime hídrico, que ocorreram na área do presente estudo, sendo considerados, portanto, como espécies dominantes. Os demais grupos, apesar do número reduzido de indivíduos, são importantes na regulação interna do fluxo de energia desse ecossistema.

No período seco, as maiores temperaturas foram registradas no mês de outubro 40, 39 e 40°C nas áreas de Pasto, Inicial e Secundária a 10 cm de profundidade, respectivamente (Figura 15B). O menor valor de temperatura do solo (36°C), durante todo o período seco, foi registrado na área Clímax (Figura 15A), provavelmente em função da maior densidade de vegetação, e de estarem as plantas sem folhas nesse período, em função da caducifolia característica da vegetação do bioma, formando uma serrapilheira mais densa, o que contribui para a manutenção de menores valores de temperatura do solo.

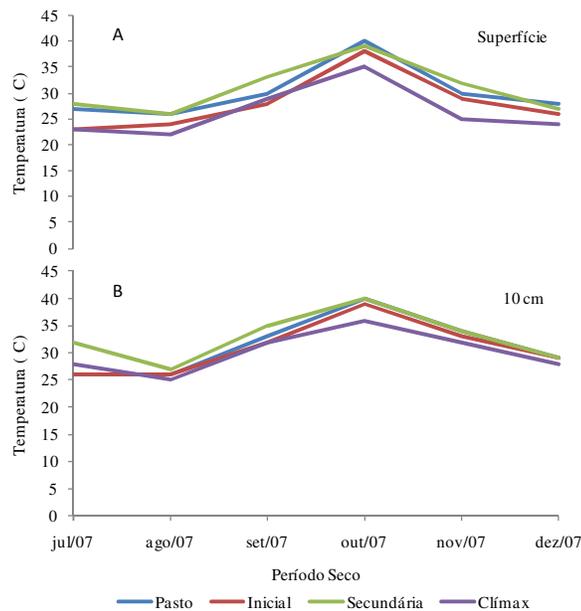


Figura 15. Temperatura do solo na superfície (A) e a 10 cm de profundidade (B), durante o período seco na Caatinga em áreas de diferentes estágios sucessionais, município de Santa Terezinha (PB), 2007.

Ainda no período seco, não foi registrado a presença dos grupos *Chilopoda*, *Diplura*, *Diptera*, *Isoptera*, *Pseudoescorpiones* e *Symphyla*. O grupo *Diptera*, não foi identificado nas 288 amostras coletadas para o período. Souto et al. (2008), trabalhando na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), pertencente a Fazenda Tamanduá, localizada no município de Santa Terezinha (PB), encontraram o predomínio do Grupo *Diptera* com 42,5% dos indivíduos coletados, fato este que não se verificou no presente estudo.

A maior densidade de indivíduos foi observada área Clímax 44 e 237 nos períodos seco e chuvoso, respectivamente (Tabela 13). Corrêa Neto et al. (2001), citam que a floresta secundária é responsável pelos maiores valores de mesofauna, podendo isto estar

relacionado a maior variedade da cobertura vegetal existente nessa área, o que pode favorecer uma maior manutenção da umidade do solo.

No período chuvoso, registrou-se a maior densidade de indivíduos, com valores 117, 159, 229 e 237, nas áreas de Pasto, Inicial, Secundário e Clímax, respectivamente (Tabela 13). Em geral, a maior riqueza de indivíduos ocorreu no período chuvoso e, provavelmente, está relacionada com o maior conteúdo de matéria orgânica, pois no período chuvoso há uma maior contribuição do solo rizosférico pela presença mais efetiva do estrato herbáceo (POGGIANI et al., 1996). Souto (2006), trabalhando na caatinga em uma área de reserva e preservação de fauna e flora com 381,6 ha, também observou maior riqueza de organismos durante o período chuvoso.

A temperatura do solo durante o período chuvoso situou-se abaixo dos 35°C e os menores valores foram registrados na superfície do solo (Figura 16A), provavelmente em função da cobertura vegetal presente, em todas as áreas, funcionando como superfície irradiante, isolada termicamente do solo. Os altos valores de umidade do solo para este período também contribuíram para os menores valores de temperatura (Tabela 3). Souto (2006) verificou, também, valores mais altos da temperatura do solo na profundidade de 15cm trabalhando em área de caatinga.

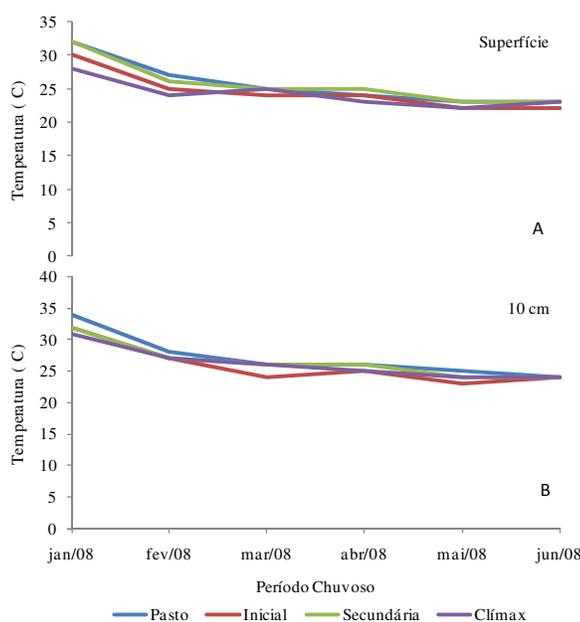


Figura 16. Temperatura do solo na superfície (A) e a 10 cm de profundidade (B), durante o período chuvoso na Caatinga em áreas de diferentes estágios sucessionais, município de Santa Terezinha (PB), 2008.

Durante o período chuvoso, a população de Ácaros foi maior que a de Collembolas, cerca de 20,5%; 25,2%; 38,4% e 51,9% nas áreas de pasto, inicial, secundário e clímax, respectivamente (Tabela 13). Os resultados corroboram com a afirmativa de Sing & Pillai (1975), ao mencionarem que em muitos tipos de solos, os organismos mais abundantes da mesofauna edáfica são os ácaros, seguido de colêmbolas. Juntos, constituem de 72 a 97% dos indivíduos de artropodofauna do solo. Os Ácaros são um grupo diverso de formas predadoras, fitófagas, saprófagas e parasitas. Em termos de distribuição, em geral, os ácaros ultrapassam até mesmo os Colêmbolas, sendo que estes dois grupos proporcionam a maior contribuição à fauna do solo em termos de diversidade (COLEMAN & CROSSLEY, 1996).

A presença de ácaros é percebida nos mais variados ambientes; em solos de floresta o percentual pode chegar a 49,42 % do total, sendo que em regiões de savana esse percentual cai para 26,11% (NOTI et al., 1996). Esses animais estão presentes em maior quantidade durante a estação chuvosa, podendo representar 76% do total da fauna edáfica (ADEJUYIGBE et al., 1999). A precipitação pluvial é indispensável para os processos ecológicos, principalmente no que diz respeito à disponibilidade de água no solo para as plantas e à atividade biológica do solo. De acordo com Whitford (1996), a microbiota do solo é influenciada pela distribuição espacial e temporal, assim como, pelos conteúdos de água e nutrientes, sendo estes essenciais para a manutenção da integridade dos ecossistemas áridos.

Os insetos (ou classe *Hexapoda*) são artrópodos que aparecem no solo em grande quantidade, tanto em termos de biomassa, quanto em termos de número de indivíduos e de espécies (ASSAD, 1997b) e constituem um elemento vital na complexa cadeia de relações entre a vida vegetal e a vida animal (BERTI FILHO, 1995).

O terceiro maior percentual relativo de indivíduos, durante o período chuvoso, foi observado para o grupo *Protura* que apresentou 5,98; 20,75; 13,97 e 5,1% nas áreas de Pasto, Inicial, Secundária e Clímax, respectivamente (Tabela 13). Nesse período há maior disponibilidade de matéria orgânica e de umidade na caatinga, coincidindo com níveis altos de matéria orgânica.

Os *Diplura* estavam presentes apenas no período chuvoso, sendo o quarto grupo mais abundante, representando 3,42% na área de Pasto, 1,26% na Inicial, 3,06% na Secundária e 0,42% na Clímax, considerando todos os organismos coletados (Tabela 13). A área de Pasto retém maior quantidade de matéria orgânica leve e apresenta uma maior cobertura vegetal, favorecendo melhores condições para estes organismos. Os *Diplura* são geralmente carnívoros e se alimentam de microrganismos do solo, mas algumas espécies são herbívoras,

alimentando-se de raízes de plantas e detritos orgânicos. Segundo Lavelle & Spain (2001), grupos menores como *Protura* e *Diplura*, podem ser localmente importantes devido às suas relativas abundâncias e atividades que desempenham na cadeia trófica dos solos.

Os organismos do grupo *Symphyla* são extremamente dependentes da umidade, o que justifica sua presença apenas durante o período chuvoso do estudo, sendo a área Clímax, a que apresentou maior percentual relativo de indivíduos 5,06% (Tabela 13), provavelmente, em função da maior cobertura vegetal do solo, favorecendo melhores condições de umidade para esses organismos.

Um grupo geralmente raro, pouco observado, quantitativamente, nas amostragens, com uma das mais baixa densidade populacional, dentre os grupos analisados, foi o dos *Pseudoescorpiones* (Tabela 13).

Os *Chilopodas* só foram identificados durante o período chuvoso, pois são animais que perdem água diretamente da cutícula, em baixa umidade relativa (WOLTERS & EKSCHMITT, 1997), razão porque evitam o ressecamento, procurando ambientes úmidos, ajustando a atividade diurna para períodos úmidos (COLEMAN & CROSSLEY, 1996).

Quanto à composição relativa dos grupos taxonômicos, as maiores ocorrências foram: *Acarina* > *Collembolas* > *Araneae* > outros grupos com um único representante em algumas áreas experimentais, durante o período seco. E no período chuvoso, a ordem observada foi: *Acarina* > *Collembola* > *Protura* > *Diplura* > *Symphyla* > *Chilopoda* > outros grupos menores.

3.6.3 Índices de Diversidade e Uniformidade

O Índice de Shannon variou muito entre os grupos faunísticos identificados. Verificou-se menor valor de H na área Clímax para o grupo *Acarina*, com valor 0,30, durante o período seco e de 0,19 no chuvoso, indicando que esse grupo foi o mais expressivo dentre os demais avaliados, o que se confirma pelo Índice de Pielou igual a 0,45 e 0,19 nos períodos seco e chuvoso, respectivamente (Tabela 14). Nesses dois períodos de avaliação, os menores valores do Índice de Shannon são decorrentes da maior densidade de indivíduos do grupo *Acarina*, que resultou nos menores valores de uniformidade, nos dois períodos avaliados, evidenciando, o predomínio do grupo *Acarina*, nas quatro áreas

estudadas. Para Souto (2006), essas substituições de espécies e rearranjos na abundância fazem parte do desenvolvimento do ecossistema em busca do equilíbrio.

Tabela 14. Índices de Shannon (H) e Índice de Pielou (e) encontrados nos períodos seco e chuvoso nos quatro estágios sucessionais, durante os períodos seco e chuvoso na caatinga. Município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

Grupo Faunístico	Período Seco							
	Pasto		Inicial		Secundário		Clímax	
	H	e	H	e	H	e	H	e
Acarina	0,32	0,54	0,50	1,66	0,45	0,75	0,30	0,43
Araneae	-	-	-	-	1,27	2,10	1,64	2,35
Chilopoda	-	-	-	-	-	-	-	-
Collembola	0,37	0,61	0,17	0,55	0,25	0,41	0,36	0,52
Coleoptera	-	-	-	-	1,57	2,60	-	-
Diplura	-	-	-	-	-	-	-	-
Hymenoptera	1,32	2,20	-	-	-	-	1,64	2,35
Isoptera	-	-	-	-	-	-	-	-
Protura	1,32	2,20	-	-	-	-	-	-
Pseudoescorpião	-	-	-	-	-	-	-	-
Psocoptero	-	-	-	-	-	-	1,64	2,35
Symphyla	-	-	-	-	-	-	-	-

Grupo Faunístico	Período Chuvoso							
	Pasto		Inicial		Secundário		Clímax	
	H	e	H	e	H	e	H	e
Acarina	0,28	0,31	0,32	0,34	0,23	0,26	0,19	0,19
Araneae	-	-	-	-	-	-	-	-
Chilopoda	2,07	2,29	1,90	1,99	1,76	1,95	1,68	1,68
Collembola	0,50	0,55	0,65	0,68	0,70	0,77	0,91	0,91
Coleoptera	-	-	1,42	1,49	2,36	2,61	1,33	1,33
Diplura	1,47	1,62	1,90	1,99	1,51	1,68	2,37	2,37
Hymenoptera	-	-	-	-	-	-	1,53	1,53
Isoptera	-	-	2,20	2,31	-	-	1,68	1,68
Protura	1,22	1,35	0,68	0,72	0,85	0,95	1,23	1,23
Pseudoescorpião	2,07	2,29	2,20	2,31	2,36	2,61	2,37	2,37
Psocoptero	1,59	1,76	-	-	-	-	-	-
Symphyla	1,59	1,76	1,90	1,99	1,76	1,95	1,30	1,30

- = Não encontrado

Os menores valores para o Índice de Shannon foram observados nos grupos *Acarina* e *Collembola* (0,28, 0,32, 0,23 e 0,19) e (0,50, 0,65, 0,70 e 0,91) para as áreas de pasto, inicial, secundária e clímax, respectivamente, durante o período chuvoso, período em que se observou a maior densidade de indivíduos desses dois grupos e menor uniformidade das espécies, confirmada pelo Índice de Pielou (0,31; 0,34, 0,26 e 0,19) e (0,55, 0,68, 0,77 e 0,91) para as áreas de pasto, inicial, secundária e clímax, respectivamente (Tabela 14). O

grupo *Acarina* representou 47,62, 31,71, 35,74 e 50% dos indivíduos capturados e o *Collembola* 42,86, 68,29, 56,76 e 43,18% nas áreas de pasto, inicial, secundária e clímax, respectivamente, no período seco (Tabela14).

Souto (2006), trabalhando na mesma região, também encontrou os menores valores para os Índices de Shannon e Pielou, durante o período de maior oferta hídrica, e atribuiu a maior densidade de indivíduos dos grupos *Diptera* e *Acarina*, que representaram 57,4 e 33,04%, respectivamente, do total de indivíduos capturados, à maior disponibilidade hídrica do período.

Quanto à diversidade da fauna, nos períodos seco e chuvoso não houve diferença significativa entre as áreas estudadas (Tabela 15), evidenciando, que independente do estágio sucessional da caatinga os grupos de organismos da mesofauna apresentaram igualdade na diversidade e uniformidade de distribuição dos organismos entre os meses avaliados.

Tabela 15. Comparação das medias dos índices de Shannon e Pielou para a mesofauna, nos quatro estágios sucessionais estudados, durante os períodos seco e chuvoso na caatinga, município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

Áreas	Período Seco						
	Índice de Shannon (H)						
	jul/07	ago/07	set/07	out/07	nov/07	dez/07	
Pasto	0,31a	0,46a	0,83a	0,00a	1,19a	0,41a	
Inicial	0,52a	1,02a	1,30a	0,00a	0,37a	0,93a	
Secundário	0,52a	0,72a	0,87a	0,51a	0,74a	0,95a	
Clímax	0,53a	0,97a	1,15a	1,07a	1,23a	0,86a	
Áreas	Índice de Pielou (e)						
	Pasto	0,40a	0,59a	1,07a	0,00a	1,53a	0,53a
	Inicial	1,09a	2,13a	2,71a	0,00a	0,77a	1,95a
Secundário	0,66a	0,92a	1,12a	0,66a	0,95a	1,23a	
Clímax	0,56a	1,01a	1,20a	1,12a	1,29a	0,90a	
Áreas	Período Chuvoso						
	Índice de Shannon (H)						
	jan/08	fev/08	mar/08	abr/08	mai/08	jun/08	
Pasto	1,13a	0,91a	1,34a	1,08a	1,20a	1,12a	
Inicial	0,60a	0,67a	1,12a	1,36a	1,17a	1,30a	
Secundário	0,48a	1,06a	1,29a	1,04a	1,40a	1,11a	
Clímax	0,55a	0,001	1,22a	0,00a	1,17a	0,94a	
Áreas	Índice de Pielou (e)						
	Pasto	1,08a	0,88a	1,28a	1,03a	1,15a	1,08a
	Inicial	0,56a	0,62a	1,03a	1,26a	1,08a	1,21a
Secundário	0,48a	1,06a	1,29a	1,04a	1,40a	1,11a	
Clímax	0,51a	0,00a	1,13a	0,00a	1,09a	0,87a	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O conhecimento da comunidade da fauna edáfica pode contribuir para a avaliação do grau de sustentabilidade de uma prática, seja de recuperação de uma área degradada ou até

mesmo no caso de um sistema natural interferido (LINDEN et al., 1994), e o conhecimento da estrutura de tais comunidades pode ser utilizado como indicador do funcionamento do subsistema do solo, fornecendo informações sobre o grau de degradação ou recuperação de uma área (LAVELLE & KOHLMANN, 1984).

3.6.4 Análise de Agrupamento para a Mesofauna Edáfica

De acordo com a análise de agrupamento, observa-se que no período seco nas áreas de Pasto e Inicial houve a formação de grupamento em um nível, com similaridade dos grupos *Acarina* e *Collembola* entre si (Figuras 17 A e C).

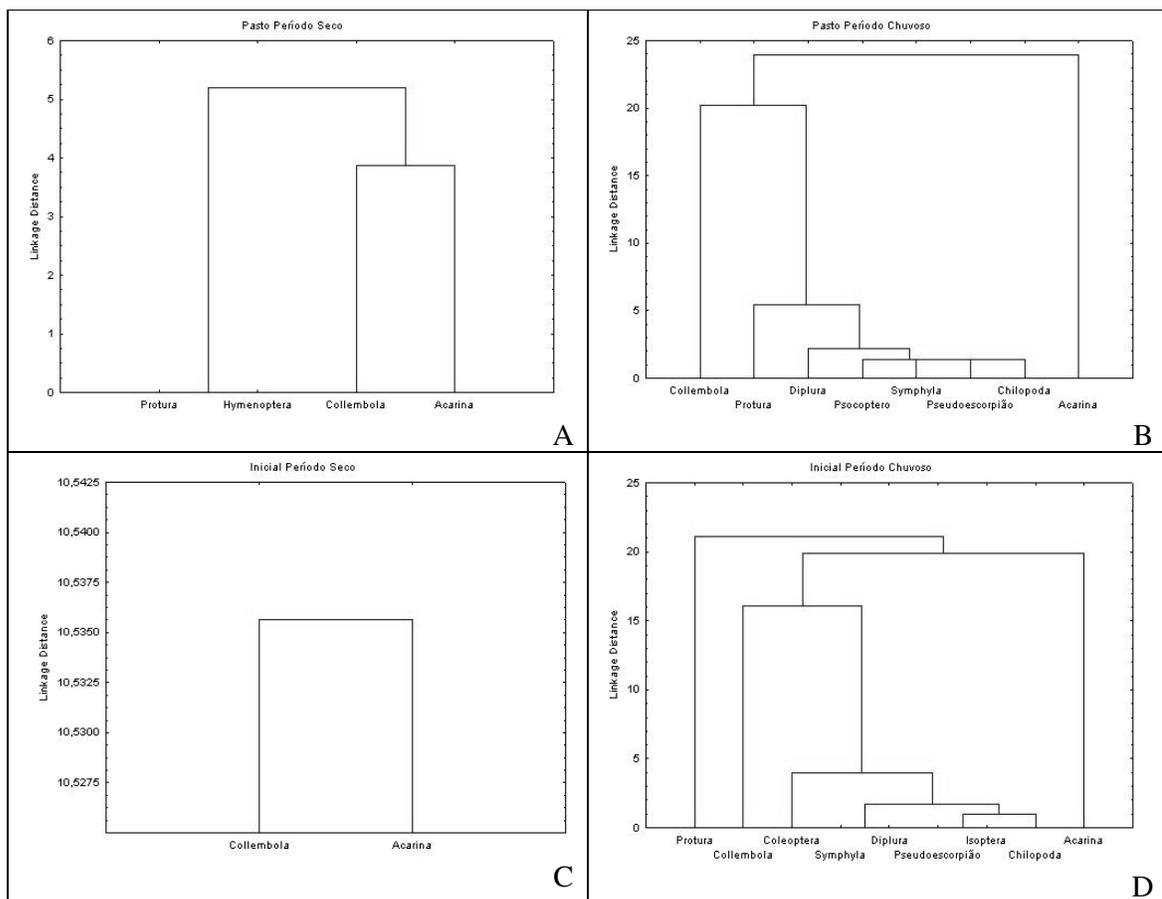


Figura 17. Dendrogramas a partir da distância de ligação referente aos organismos da mesofauna para as áreas de pasto (A) e (B), inicial (C) e (D) para os períodos seco e chuvoso, respectivamente. Município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

Os Ácaros e Collembolas foram os dois grupos de maior frequência nas amostragens realizadas (Figura 17 A, B, C e D) nos períodos seco e chuvoso. Segundo Damé et al.

(1996), a presença desses seres serve como indicadores da condição biológica do solo, pela sua sensibilidade às alterações ambientais. No entanto, a presença dos outros grupos não deixa de ser relevante, na qual pouco se conhece sobre os organismos que habitam os solos sob a Caatinga e seu papel na ciclagem de nutrientes.

Para as áreas de regeneração Secundária ainda no período seco, formaram-se dois grupos (Figura 18A), os mais relacionados entre si foram *Acarina* e *Collembola* e *Coleoptera* e *Aranea*, na área clímax a diversidade foi maior e o grupo *Acarina* apresentou maior distância de ligação entre os grupos, sugerindo menor similaridade entre si (Figura 18C).

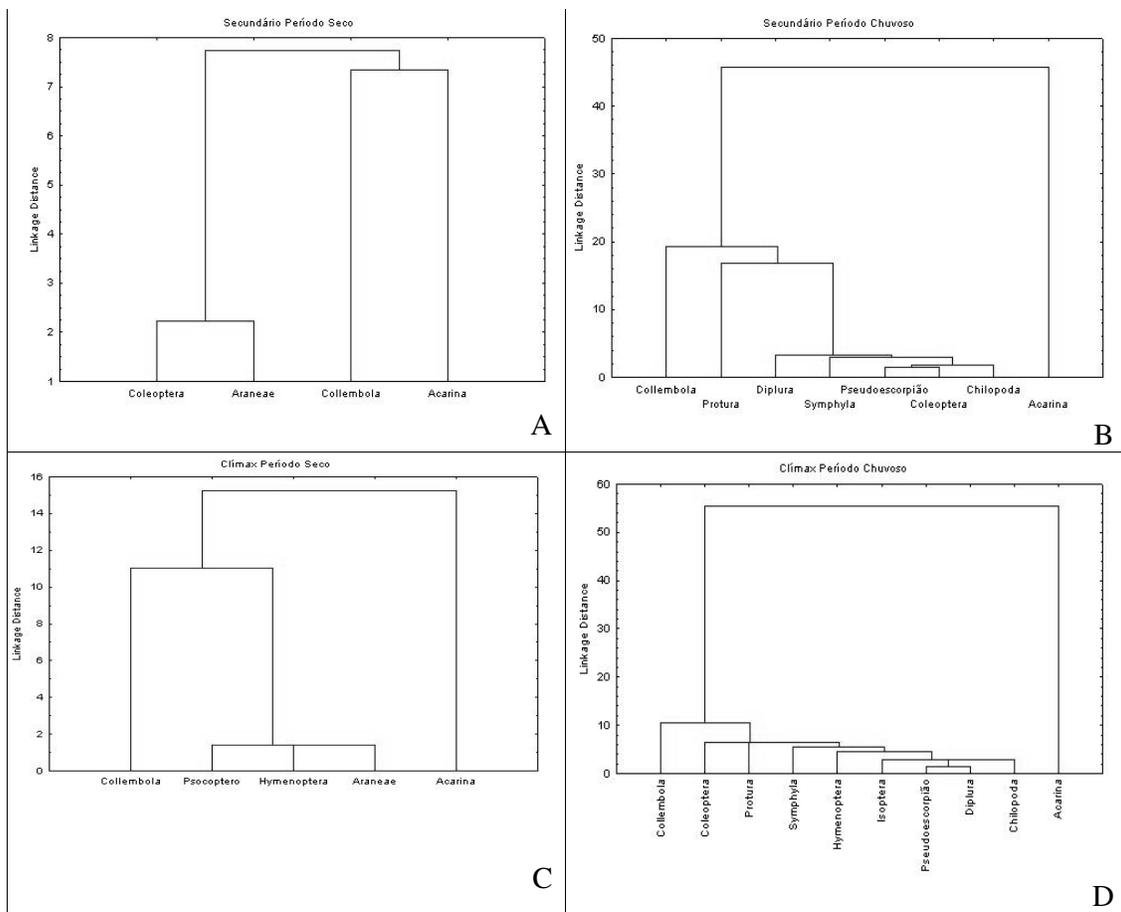


Figura 18. Dendrogramas a partir da distância de ligação referente aos organismos da macrofauna para as áreas de secundário (A) e (B) e clímax (C) e (D) para os períodos seco e chuvoso, respectivamente. Município de Santa Terezinha – PB, 2007 – 2008.

Segundo Kladvko (2001), o aumento da densidade de colêmbolas em solos com pouca serrapilheira é um comportamento possível e já detectado por Baretta et al. (2006), em solos sob sistema de cultivo convencional, comparado ao sistema plantio direto. Esse

comportamento pode ocorrer em ambientes com menor disponibilidade de material orgânico, pois força a seleção de organismos adaptados. Além disso, a diminuição da umidade, durante o período seco, pode ainda ter diminuído o habitat de organismos predadores, como a ordem *Araneae*, uma das controladoras das populações de colêmbolos e formigas (LAWRENCE & WISE, 2000).

No período chuvoso, verificou-se para os grupos *Acarina* e *Collembola* maior distância de ligação, provavelmente em decorrência da alta frequência de organismos capturados nas amostragens realizadas (Figuras 17 e 18 B e D). Por outro lado, houve apenas um grupamento com menor distância de ligação entre Coleoptera, Chilopoda, Diplura, Hymenoptera, Isoptera, Protura, Pseudoescorpião e Symphyla, variando apenas a similaridade entre esses grupos nas áreas estudadas. Esses grupos faunísticos que apareceram em menor número e apenas no período de maior disponibilidade hídrica, provavelmente, estão restritos a ambientes mais favoráveis, mas, apesar disso, são de grande importância no processo de decomposição da matéria orgânica.

A população e a diversidade dos principais grupos da mesofauna podem ser utilizados como indicadores do estado de degradação ou qualidade do solo, uma vez que são sensíveis às mudanças, seja pelo uso da terra ou pela ação antrópica nos ecossistemas. Além disso, a avaliação do comportamento biológico do solo também auxilia no entendimento do funcionamento do sistema edáfico, uma vez que a biota do solo está intimamente associada a processos de decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (RODRIGUES et al., 1997), afetando uma série de atributos físicos, químicos e biológicos do solo, particularmente no ambiente tropical (LAVELLE, 2002).

4. CONCLUSÕES

- Independente do nível de cobertura vegetal da caatinga, a produção de CO₂ é semelhante nas quatro áreas estudadas;
- A avaliação da atividade respiratória em campo é altamente sensível para a caracterização das condições naturais da caatinga;
- Os maiores teores de carbono orgânico (CO) e matéria orgânica (MO) ocorrem em área clímax;
- A área de pasto recoberta por estrato herbáceo aprisiona maior quantidade de matéria orgânica da fração leve;
- O carbono orgânico (CO) e matéria orgânica (MO) são os parâmetros que melhor refletem o declínio de carbono nos diferentes estágios de regeneração da caatinga podendo ser utilizados como indicadores da qualidade do solo.
- A disponibilidade hídrica, cobertura vegetal e temperatura são determinantes na distribuição dos grupos faunísticos;
- Na composição da macrofauna nas diferentes áreas e períodos estudados, os principais grupos são *Hymenoptera* e *Diptera*, no período seco, e *Diptera* e *Hymenoptera*, no período chuvoso, indicando maior quantidade de indivíduos em todas as áreas estudadas;
- Os grupos dominantes na mesofauna são *Collembola* e *Acarina* no período seco, e *Acarina* e *Collembola*, no período chuvoso;
- Na análise de agrupamento de indivíduos da macrofauna, os grupos *Hymenoptera* no período seco, e *Diptera*, no período chuvoso, são os de maior distância de agrupamento em relação aos demais grupos de menor frequência relativa;
- Os Ácaros e Colembolas formam um grupamento único na mesofauna pela grande similaridade entre si, durante o período seco e no período chuvoso é maior a distância de ligação de Ácaros e Colêmbolas em relação aos demais grupos em função de sua maior frequência.
- A abundância da macro e mesofauna edáfica pouco se alterou nos 12 meses de avaliação, nos estágios sucessionais avaliados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDISCOTT, T.M. Entropy and sustainability. **European Journal Soil Science**, New Jersey, v.46, p.161- 168, 1995.

ADEJUYIGBE, C. O.; TIAN, G.; ADEOYE, G. O. Soil microarthropod populations under natural and planted fallows in southwestern Nigeria. **Agroforestry Systems**. v. 47, n. 1/3, p. 263-272. 1999.

ALVES, A. R.; SOUTO, J. S.; DOS SANTOS, R. V.; CAMPOS, M. C. C. DECOMPOSIÇÃO de resíduos vegetais de espécies da Caatinga, na região de Patos, PB. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.1, n. único, p.57-63, 2006.

ANDRADE-LIMA, D. The caatinga dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 2, n. 4, p. 149-153, 1981.

ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BÖCK, V.; PORT, O.; SILVA, D, M. da; SILVA, R. F. da. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, p. 407 – 417, 2006.

ARAÚJO FILHO, J.A.; BARBOSA, T.M.L. Manejo agroflorestral de Caatinga: uma proposta de sistema de produção. In: OLIVEIRA, T.S.; ASSIS JUNIOR, R.N.; ROMERO, R.E.; SILVA, J.R.C. Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido. Fortaleza: UFC, p. 47-57, 2000.

ARAÚJO, L.V.C. de. **Levantamento Fitossociológico da Reserva Particular do Patrimônio Natural da Fazenda Tamanduá**, Santa Terezinha – PB: Patos, 2000. 37 p.

ASSAD, M.L.L. Fauna do Solo. In; VARGAS, M. A .T.; HUNGRIA, M. (Ed.). *Biologia dos solos dos cerrados*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p.363-443. 1997a.

ASSAD, M.L.L. Papel da macrofauna edáfica de invertebrados no comportamento de solos tropicais. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, Rio de Janeiro. Conferências..., CD-ROOM, Rio de Janeiro, SBCS, 1997b.

ASSIS JÚNIOR, S.L. Sistemas agroflorestrais versus Monoculturas: coleóptera, scarabaeidae e microbiota do solo como bioindicadores de sustentabilidade. 2000. 70p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

BARETTA, D.; MAFRA, A. L.; SANTOS, J. C. P.; AMARANTE, C. V. T.; BERTOL, I. Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 4, n. 11, p. 1675-1679. 2006.

BARRETO, A.C.; FERNANDES, F.M. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria do solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 36, n. 10, p.1287-1293, 2001.

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

- BEHERA, N.; JOSHI, S.K.; PATI, D.P. Root contribution to total soil metabolism in a forest soil from Orissa, Índia. **Forest Ecology and Management**, v.36, n.2-4, p.125-134, 1990.
- BERTI FILHO, E. Cupins em florestas. In: BERTI FILHO, E; FONTES, L.R. (Ed.). Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins . Piracicaba: FEALQ, p. 127-140. 1995.
- BOCHNER, J. K.; FERNANDES, M. M.; PEREIRA, M. G.; BALIEIRO, F. de C.; SANTANA, I. K. da S. Matéria orgânica e agregação de um planossolo sob coberturas florestais **Cerne**, v. 14, n. 1, p. 46-53, 2008.
- BORROR, D. J.; DELONG, D. M. Introdução ao estudo dos Insetos. Ed. Edgard Blucher Ltda, São Paulo. 653p. 1988.
- BRASIL, Ministério do Planejamento e Orçamento. **Nordeste: uma estratégia de desenvolvimento sustentável**. Brasília. 1995. 231 p.
- BROWN, G.G. Diversidade e função da macrofauna no sistema edáfico agrícola. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, Londrina. Anais..., Londrina, SBCS, 2001, p. 56 (palestra 23).
- BRUYN, L.A.L. de. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.74, p.425-441, 1999.
- CARVALHO, F. C. Sistema de produção agrossilvipastoril para a região semi-árida do Nordeste do Brasil. 2003. 77 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.
- CHRISTENSEN, B.T. Physical fractionation of soil organic matter in primary particle size and density separates. **Advances in Soil Science**. n. 20, p.1 – 90, 1992.
- COLEMAN, C. D.; CROSSLEY Jr., D. A. Fundamentals of soil Ecology. Academic Press. Inc. San Diego. California. 1996. 205 p.
- COLINVAUX, P. Ecology. New York, John Wiley and Sons Inc., 1996. 725p.
- CONNELL, J.H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199:1302-1310, 1978.
- CORRÊA NETO, T. DE A.; PEREIRA, M. G.; CORREA, M.E. F.; ANJOS, L. H. C. Deposição de serrapilheira e mesofauna edáfica em áreas de eucalipto e floresta secundária. *Floresta e Ambiente*, v. 8, n.1, p.70 – 75. 2001.
- CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação da serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. G. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, p. 197-255, 1999.
- CORREIA, M.E.F. Relações entre a diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas. Seropédica:

Embrapa-agrobiologia, 2002, 33p. (Embrapa Agrobiologia. Documento, 156).

d'ANDREA, A. F.; SILVA, M. L. N. CURI, N.; GUILHERME, L. R. G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n. 2, p. 179-186, 2004.

DAMÉ, P.R.V.; QUADROS, F.L.F.; KERSTING, C.E.B.; TRINDADE, J.P.P. Efeitos da queima seguida de pastejo ou diferimento sobre o resíduo, temperatura do solo e mesofauna de uma pastagem natural. *Revista Ciência Rural*, v. 26, n. 3, p.391- 396, 1996.

DUDA, G. P.; CAMPELLO, E. F. C.; MENDONÇA, E. S.; LOURES, J. L.; MPANZO, D. Avaliação da dinâmica da matéria orgânica do solo para caracterização de áreas degradadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 3, p. 723-728, 1999.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: CNPS, 1997.

ESQUIVEL, J.; IBRAHIM, M.; JIMENEZ, F.; PEZO, D. Distribución de nutrientes en el suelo en sociaciones de poró (*Erythrina berteroana*), madero negro (*Gliricidia sepium*) e *Arachis pintoi* con *Brachiaria brizantha*. **Revista Agroforestería en las Americas**. v. 5, p.39-43, 1998.

FARIA, G. E. de; BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F. de; SILVA, I. R. da; NEVES, J. C.L. Carbono orgânico total e frações da matéria orgânica do solo em diferentes distâncias do tronco de eucalipto. **Scientia Forestalis**, v. 36, n. 80, p. 265-277, 2008.

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.

FRAGA, V.S.; SALCEDO, I.H. Declines of organic nutrient pools in tropical semi-arid soils under subsistence farming. **Soil Science Society of America. Journal**. 68:215-224, 2004.

FROUZ, J. Use of soil dwelling Díptera (Insecta Díptera) as bioindicators: a review of ecological requirements and response to disturbance. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.74, p. 167-186, 1999.

GRGIC T, KOS I (2005) Influence of forest development phase on centipede diversity in managed beech forest in Slovenia. *Biodiv. Cons.* 14: 1841-1862.

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

HARADA, A.Y. Biodiversidade de formigas na Amazônia Oriental. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16, 2003. Florianópolis. Anais... Florianópolis: UFSC, p.2 – 6. 2003.

HOFFMANN, R. B.; NASCIMENTO, M. do S. V.; DINIZ, A. A.; ARAÚJO, L. H. A.; SOUTO, J. S. Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do

- solo em Areia, Paraíba, Brasil. *Revista Caatinga*. v. 22, n. 3, p. 121 – 125, 2009.
- JANZEN, H.H.; CAMPBELL, C.A.; BRANDT, S.A. Lightfraction organic matter in soils from long-term crop rotations. **Soil Science Society of America Journal**, v. 56, n. 6, p.1799-1806, 1992.
- KLADIVKO, E. J.. Tillage systems and soil ecology. *Soil & Tillage Research*, 61: 61-76. 2001
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Econômica. México. 1948. 479p.
- LARSON, W.E.; PIERCE, F.J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. **Soil Science Society of America**. Special Publication Number 35, p.37 – 51. 1994.
- LAVELLE, P. ; KOLHMANN, B. Étude quantitative de la macrofaune du sol dans une forêt tropicale humide Du Mexique (Bonampak, Chiapas). *Pedobiologia*,. p. 377-393. 1984.
- LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. *Biology International*, v. 33, p.3 – 16 , 1996.
- LAVELLE, P. Functional domains in soils. *Ecological Research*, v.17, p.441-450, 2002.
- LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. *Soil Ecology*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001.
- LAWRENCE, K. L.; WISE, D. H. Spider predation on forest-floor collembolan and evidence for indirect effects on decomposition. *Pedobiologia*, 44: 33-39. 2000.
- 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, p. 593- 624. 2004.
- LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de textos, 2002, 178p.
- LINDEN, D. R., HENDRIX, P. F., COLEMAN, D. C. Faunal indicators of soil quality. In: *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Madison, SSSA, 1994. p. 91-106. (Special Publication, 35).
- LOBRY de BRUYN, L.A. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.74, p.425-441, 1999.
- LOPES, D.T.; LOPES, J.; BACCARO, F.B.; CAMPOSFARINHA, A.E.C. Comunidade de formigas (Formicidae) em mata e pastagem: uma análise comparativa. In: *SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA*, 16, 2003. Florianópolis. Anais... Florianópolis: UFSC, 2003. p.435-436.
- MARIN, A. M. P.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, E. D.; SAMPAIO, E. V. de S. B.

Efeito da *Gliricidia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no Agreste Paraibano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 30, n. 3, p.555-564, 2006.

MARTINS, F.R. & SANTOS, F.A.M. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. *Revista Holos*, v. 1, p. 236 – 267, 1999.

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., Brasília, 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: SBCS, 1999. CD-ROM.

MENDONÇA, E.S.; LEITE, C.L.F. & NETO, F.P.S. Cultivo do café em sistema agroflorestal: Uma opção para recuperação de solos degradados. **Revista Árvore**, v.25, n. 3, p.375-383, 2001.

MOÇO, M. K, da S.; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; GAMA RODRIGUES, A. C. da.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.555-564, 2005.

MOLLOY, L.F.; SPEIR, T.W. Studies on a climosequence of soil in tussock grasslands. 12. Constituents of the soil light fraction. **New Zealand Journal Soil Science**. v. 20, p. 167-177, 1977.

MOREIRA, A.; COSTA, D. G. Dinâmica da matéria orgânica na recuperação de clareiras da floresta Amazônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 39, n. 10, p. 1013-1019, 2004.

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. Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

NEVES, C. M. das; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; MACEDO, R. L. G.; TOKURA, A. M. Estoque de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo 61 convencional na região noroeste do Estado de Minas Gerais. **Ciência Agrotécnica**. v. 28, n. 5, p. 1038-1046, 2004.

NOTI, M.; ANDRÉ, H. M.; , DUFRENE, M. Soil oribatid mite communities (Acari: Oribatida) from high Shaba (Zgire) in relation to vegetation. **Applied Soil Ecology**, v. 5, n. 1, p. 81-96. 1997.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J.A.; MENEZES, R. I. de Q. Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semi-árido nordestino. **Scientia Agraria**. v.10, n. 1, p. 43 – 49, 2009.

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

ODUM, E. P. Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara, 1983, 434p.

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. Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CD-ROM.(b)

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. Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CD-ROM. (a).

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, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

PINHEIRO, E. F. M., PEREIRA, M. G., ANJOS, L. H. C.; MACHADO, P. L. O. A. Fracionamento densimétrico da matéria Orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo e cobertura vegetal em Paty do Alferes (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 4, p.731-737, 2004.

POGGIANI, F.; LIMA, W. de P.; BALLONI, E. A.; NICOLELLO, N. Respiração edáfica em plantações de coníferas e folhosas exóticas em área de cerrado do estado de São Paulo. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, v.14, p.129-148, 1977.

POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R.E. de; CUNHA, G.C. da. Práticas de ecologia florestal. Documentos Florestais, n.16, p.1-44, 1996.

PRIMAVESI, A. Manejo ecológico do solo. São Paulo, Nobel, 1999. 549p.

RODRIGUES, G.S; LIGO, M.A.V; MINEIRO, J.L. de C. Organic matter decomposition and microarthropod community structure in corn fields under low input and intensive management in Guaíra (SP). **Scientia Agricola**. v. 54, n. 1-2, 1997 .

ROVEDDER, A.P. et al. Fauna edáfica em solo suscetível à arenização na região sudeste do Rio Grande de Sul. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v.3, n.2, p.87-96, 2004.

RUIVO, M. de L. P.; AMARAL, I. G.; RIBEIRO. E. L. da C.; GUEDES, A. L. S. Os solos de uma toposequência na Ilha de Algodual/Maiandeuá, nordeste do Estado do Pará, Brasil. Composição química e produção de matéria orgânica. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 32, n.2, p. 257-266, 2002.

SAS/STAT User's Guide. In: SAS INSTITUTE. SAS Onlinedoc: Version 8.2, Cary, 2000. CDROM.

SCHEU. S.; SCHAEFER, M. Bottom-up control of the soil macrofauna community in a beechwood on limestone: manipulation of food resources. **Ecology** v.79, p. 1573-1585. 1998.

SILVA, D. F. da; SILVA, A. M. de A.; LIMA, A. B. de; MELO, J. R. M. de. Exploração da Caatinga no Manejo Alimentar Sustentável de Pequenos Ruminantes. 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2004.

SILVA, G. A. e; SOUTO, J. S.; ARAUJO, J. L. Atividade microbiana em Luvisolo do Semi-árido da Paraíba após incorporação de resíduos vegetais. **Agropecuária Técnica**, v. 27, n. 1, p. 13 – 20, 2006.

SILVA, R. F da; AQUINO, A. M. de; MERCANTE, F.M.; GUIMARÃES, M. de F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 2006.

SILVA, R. R; BRANDÃO, C. R. F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**, v.12, n. 2, p. 55-73, 1999.

SINGH, J. S.; GUPTA, S. R. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. **Botanical Review**. v.43, n.4, p.499-528, 1977.

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

SKAMBRACKS, D.; ZIMMER, M. Combined methods for the determination of microbial activity of leaf litter. **European Journal Soil Biology.**, Oxford, v.34, n.3, p.105-110, 1998.

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.

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.). FERTBIO, 26., 2004. Lages. **Anais...** Lages: UDESC e Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. CD-ROM.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; MIRANDA, J. R. P. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em Solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.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. 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. 150p. Tese (Doutorado em Agronomia) Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Areia – PB. 2006.

SOUZA, A.L.B. de; CARVALHO, K.S.; PEREIRA, M.S.; SAMPAIO, C.P. Mirmecofauna de mata de cipó (transição entre mata Atlântica e Caatinga) no semi-árido baiano. In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 15, 2001. Londrina. Resumos... Londrina: IAPAR, 2001. p.333-335.

SPYCHER, G.; SOLLINS, P.; ROSE, S. Carbon and nitrogen in the light fraction of a forest soil: vertical distribution and seasonal patterns. **Soil Science Society of America Journal**. v. 51, p. 1390 – 1393, 1983.

STAT SOFT, Inc. 2001. STATISTICA, version 6.0. Tulsa, Stat Soft Inc.

STORER, T.I., USINGER, R.L., STEBBINS, R.C. Zoologia geral. São Paulo: Mãe Grau Hill, 1991. 816 p.

TATE, K.R.; ROSS, D.J. Elevated CO₂ moisture effects on soil carbon storage and cycling in temperate grassland. **Global Change Biology**, v.3, p. 225-235, 1997.

TEDESCO, M.J. **Análise de solo, plantas e outros minerais**. UFRGS: Depto. de Solos. Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 1995. 174p.

TEIXEIRA, I. R.; SOUZA, C. M. De; BORÉM, A.; SILVA, G. F. Da. Variação dos valores de pH e dos teores de carbono orgânico, cobre, manganês, zinco e ferro em profundidade em Argissolo Vermelho Amarelo, sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Bragantia**, v. 62, n. 1, p. 119-26, 2003.

THENG, B. K. G.; TATE, K. R.; SOLLINS, P. Constituents of organic matter in temperate and tropical soils. In: COLEMAN, D. C.; OADES, J. M.; VEHARA, G. (eds). **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Hawaii, Niftal project, p. 5-32. 1989.

TOLEDO, L.O. Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no Município de Pinheiral, RJ. 2003. 80p. (Tese de Mestrado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ. 2003.

VALENTIN, J.L. Agrupamento e ordenação. In: PERES-NETO, P.R.; VALENTIN, J.L.; FERNANDEZ, F.A.S. (Ed.). **Oecologia Brasiliensis: tópicos em tratamento de dados biológicos**. Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, UFRJ, 1995. p.27-55.

VAN DER DRIFT, J. Analysis of the animal community in a beech forest floor, *Tijdschr. Ent.*, n.94, p.1-168, 1951.

WAGNER JÚNIOR, W.; PIMENTEL, L. D.; MORGADO, DELL'ÓRTO MORGADO, M. A.; SILVA, J. O. da C.; SOUZA, C. M. de; BRUCKNER, C. H. Influência do manejo da cobertura vegetal sobre a umidade do solo e crescimento do porta-enxerto de pessegueiro 'Okinawa'. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 1, p. 99-103, 2006.

WALKER, D. Diversity and stability. In: EDWARDS, C.A. (Ed.) **Ecological concepts**. Oxford: Blackwell Scientific Public, p. 115-146.1989.

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. de S.; NEVES, J. C. L. Carbono orgânico e agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 40, n. 5, p. 487-494, 2005.

WHITFORD, W.G. The importance of the biodiversity of soil biota in arid ecosystems. **Biodiversity and Conservation**, v.5, p.185-195, 1996.

WOLTERS, V.; EKSCHMITT, K. Gastropods, Isopods, Diplopods, and Chilopods: neglected groups of the decomposer food web. In: BENCKISER, G. (Ed.). *Fauna in soil ecosystems: recycling processes, nutrient fluxes, and agricultural production*. New York: Marcel Dekker, cap.8, p.265-306. 1997.

WRIGHT, C. J.; COLEMAN, D. C. Cross-site comparison of soil microbial biomass, soil nutrient status, and nematode trophic groups. **Pedobiologia**, v.44, p.2-23, 2000.

CAPÍTULO II

VULNERABILIDADE SÓCIO-ECONÔMICA AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SANTA TEREZINHA, PARAÍBA, BRASIL

VULNERABILIDADE SÓCIO-ECONÔMICA AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SANTA TEREZINHA, PARAÍBA, BRASIL

RESUMO

O tema vulnerabilidade tem recebido atenção crescente quanto à dimensão humana em estudos de grupos populacionais, propiciando um quadro conceitual para a compreensão das interações homem – ambiente. Constitui também um elemento essencial para a avaliação e análise de riscos, perigos, impactos e danos aos quais os grupos populacionais estão expostos. O presente trabalho teve como objetivo quantificar as vulnerabilidades e identificar os principais impactos socioeconômicos e ambientais, no município de Santa Terezinha, Sertão da Paraíba. A pesquisa baseou-se na aplicação de questionários às famílias rurais. Os resultados indicam que os índices das vulnerabilidades social, econômica, tecnológica e às secas, com valores 28,1, 66,5, 69 e 70,2%, respectivamente, relacionam-se às restrições socioeconômicas e ambientais e à ausência de políticas públicas voltadas para as necessidades da população. Os agricultores não têm qualquer assistência técnica por parte de órgãos governamentais, a pobreza retratada pela vulnerabilidade econômica é inquietante e a aposentadoria dos camponeses é para muitas famílias a principal ou única fonte de renda. A insuficiência da infra-estrutura hídrica potencializa a vulnerabilidade às secas e, a agricultura familiar predomina no município, tendo como base a agricultura de subsistência.

Palavras – chaves: impacto ambiental, degradação do solo, caatinga, pressão antrópica, risco a desastre.

VULNERABILITY SOCIO-ECONOMIC ENVIRONMENT OF THE CITY OF SANTA TEREZINHA, PARAÍBA, BRAZIL

ABSTRACT

The theme of vulnerability has received increasing attention on the human dimension in studies of population groups, providing a conceptual framework for understanding the interactions of man - environment. It is also an essential element for the assessment and analysis of risks, hazards, impacts and damages to which population groups are exposed. This study aimed to quantify the vulnerabilities and identify the key socioeconomic and environmental impacts in the municipality of Santa Teresita, Hinterland of Paraíba. The research was based on questionnaires to households. The results indicate that the contents of the vulnerabilities social, economic, technological and dry, with values 28.1, 66.5, 69 and 70.2%, respectively, relate to the socioeconomic and environmental constraints and lack of public policies geared to the needs of the population. Farmers have no technical assistance from government agencies, poverty portrayed by economic vulnerability is troubling and retirement of the peasants for many families is the main or only source of income. Insufficient water infrastructure enhances the vulnerability to droughts and family farming dominates the city, based on subsistence agriculture.

Key words: environmental impact, land degradation, savanna, anthropogenic pressure, risk of disaster.

1. INTRODUÇÃO

Vulnerabilidade, risco, perigo e dano são conceitos que permitem associar fatores dos mundos natural e social. Atualmente, o tema vulnerabilidade tem recebido atenção crescente quanto à dimensão humana em estudos de grupos populacionais, propiciando um quadro conceitual para a compreensão das interações homem-ambiente. Constitui também um elemento essencial para a avaliação e análise de riscos, perigos, impactos e danos aos quais os grupos populacionais estão expostos, bem como do grau de susceptibilidade a essa exposição, e a habilidade (ou falta dela) para a atenuação, enfrentamento e/ou adaptação à perturbação ou estresse causado por essa exposição. Segundo Confalonieri (2001), “vulnerabilidade é a exposição de indivíduos ou grupos ao estresse (mudanças inesperadas e rupturas nos sistemas de vida) resultante de mudanças sócio-ambientais.” A vulnerabilidade é algo inerente a uma determinada população e varia de acordo com suas possibilidades culturais, sociais e econômicas. Assim, os que possuem menos recursos são os que mais dificilmente se adaptam e, portanto, são os mais vulneráveis, pois a capacidade de adaptação é dada por “riqueza, tecnologia, educação, informação, habilidades, infra-estrutura, acesso a recursos e capacidade de gestão” (IPCC, 2001). Conforme Cardona (2001), as causas responsáveis pela geração de vulnerabilidades são os processos econômicos, demográficos e políticos, que afetam a destinação e distribuição de recursos entre os diferentes grupos de pessoas, e se refletem na distribuição do poder.

As vulnerabilidades são de diversas naturezas, com destaque para o econômico-social, geoambiental, científico-tecnológica e político-institucional. E constituem obstáculo de vulto ao desenvolvimento sustentável, compreendido, em seu conceito ampliado, nessas quatro dimensões (IPEA, 1995). Algumas delas, que se manifesta secularmente – é o caso da pouca capacidade de resistência às secas, que se manifesta como crises econômico-sociais – se vêm agravando ao longo do tempo, em grande medida devido ao ritmo e à forma de ocupação demográfica e produtiva do vasto interior semiárido do Nordeste Brasileiro, causadora de sérias sobrecargas no meio ambiente e à base de recursos naturais. Outras, de origem mais econômico-social, tomaram, com a evolução mais recente da região, rumos que contribuiram para acentuar os desequilíbrios distributivos e a pobreza, deixando antever tendências desestabilizantes. Para Barbosa (1997), a vulnerabilidade pode ser analisada de diferentes pontos de vista, pode ser um risco para um indivíduo, isoladamente, ou para um sistema exposto ao perigo e corresponde à sua predisposição intrínseca de ser afetado ou

estar preparado para sofrer perdas. A vulnerabilidade, também, traduz a incapacidade de uma comunidade de absorver, através de seu próprio ajuste, os efeitos das mudanças ambientais.

No semiárido do Nordeste Brasileiro, as secas são periódicas e, em maior ou menor intensidade, provocam grandes impactos sociais, econômicos e ambientais. Entretanto, a intensidade desses impactos depende das limitações da população, devido à falta de uma política de convivência com a seca, tornando os impactos mais expressivos, afetando a região em todos os aspectos (social, econômico, ambiental, dentre outros). Dentre esses impactos, destacam-se as perdas da produção pecuária e de grãos; os danos às espécies animais e os problemas de saúde, relativos ao aumento na concentração de poluentes, à destinação incorreta dos esgotos etc. Porém, vale salientar serem eles fortemente potencializados pela má utilização dos recursos naturais (vegetação, solo, recursos hídricos).

Segundo estudos realizados por Silva (2002) no município de Picuí (PB), Alencar (2004) nos municípios de Amparo e Ouro Velho, localizados no Cariri paraibano, Sousa et al. (2006) no município de Itaporanga (PB), Andrade (2008) em Coxixola e Serra Branca, também na Paraíba, e Sousa et al. (2008) em Cabaceiras e São João do Cariri, no Cariri paraibano os resultados são preocupantes, com evidências de ser a região muito vulnerável, precisando, urgentemente, de políticas públicas que minimizem, de forma eficiente, as carências e privações das famílias, isto é, políticas que gerem renda e melhorem a qualidade de vida.

Com base nesses estudos, pode-se inferir ser forte a vulnerabilidade a que está sujeita a população rural do semiárido paraibano, que se traduz em impactos negativos nos diversos setores. Portanto, o estudo das vulnerabilidades é extremamente pertinente para que se possam implantar políticas públicas de desenvolvimento sustentável, de acordo com as limitações de cada região, município ou mesmo micro áreas dentro do mesmo município.

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo quantificar as vulnerabilidades das famílias rurais e identificar os principais impactos socioeconômicos e ambientais no município de Santa Terezinha, Sertão paraibano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Diagnóstico Sócio-Econômico

O município de Santa Terezinha – PB dispõe de 483 famílias residentes na zona rural, distribuídas de forma não homogênea, em toda a extensão territorial do município. Para este trabalho, tomou-se a distribuição espacial das famílias a partir de um mapa pré-estabelecido pela Secretaria Municipal de Saúde, que agrupa um número n de famílias por Agente Comunitário de Saúde – ACS (SILVA, 2002).

Os Agentes foram contatados através da Secretaria de Saúde do município, com os quais se estabeleceu uma cooperação, sob forma de prestação de serviço, para a aplicação dos questionários junto às comunidades rurais. Para isso, participaram de uma capacitação para que compreendessem os objetivos do trabalho e o conteúdo das informações contidas nos questionários.

A aplicação dos questionários foi atribuída, portanto, aos Agentes Comunitários de Saúde, buscando minimizar erros nas respostas, e traçar um perfil mais fiel da população local, já que os agentes fazem parte da realidade desses moradores, e têm sua confiança.

De acordo com o número de famílias residentes na área de atuação de cada Agente de Saúde, foi entregue determinado número de questionários que corresponde a 11% do número total de famílias cobertas por cada agente. Esta metodologia e os questionários foram adaptados do modelo desenvolvido por Medina & Romero (1992), citados por Rocha (1997) e, ajustadas às características locais do semiárido paraibano por Araújo (2002) e Morais Neto (2003) (Apêndice 1).

O perímetro urbano e as famílias que o compõem foram preteridos do estudo, por ser o foco a zona rural; foram aplicados 50 questionários, onde foram considerados os seguintes fatores e suas variáveis:

- **Fator Vulnerabilidade Social.** Variáveis: demográfica, habitação, consumo de alimentos, participação em organizações associativas, salubridade rural.
- **Fator Vulnerabilidade Econômica.** Variáveis: produção vegetal, animais de trabalho, animais de produção, verticalização de matéria prima, comercialização, crédito e rendimento.

- **Fator Vulnerabilidade Tecnológica.** Variáveis: uso de tecnologias nas propriedades, uso de máquinas e equipamentos agrícolas.
- **Fator Vulnerabilidade às Secas.** Variáveis: recursos hídricos, produção, manejo da Caatinga, exploração de espécies nativas, armazenamento, redução de rebanho, observação das previsões de chuva, ocupação nas estiagens, educação, administração rural, histórico das secas e migração.

2.2 Códigos e Critérios de Estratificação

A cada variável foram atribuídos valores (códigos de 1 a 2, 1 a 6, 1 a 8 etc), variando de acordo com o número de itens a ela associados e crescente com a piora da situação, ou seja, o valor maior do código representou a maior vulnerabilidade, e o valor menor do código representou a menor vulnerabilidade. Cada item teve seu valor máximo correspondente ao número de alternativas de preenchimento que ele possuía, e o mínimo foi sempre igual a 1 (Apêndice 2).

O valor de uma variável qualquer correspondeu ao somatório dos valores de seus itens. Assim, o valor máximo de uma variável correspondeu ao somatório dos valores máximos de seus itens, bem como, o valor mínimo de uma variável correspondeu ao somatório dos valores mínimos de seus itens; se numa variável existiram quatro itens, cada um com três alternativas de preenchimento, a menor vulnerabilidade corresponderá ao código 4 e a maior ao código 12.

A soma dos códigos das variáveis forma o código do Fator de Vulnerabilidade, sendo esse o valor de x.

2.3 Tabulação de Dados e Valores Máximos, Mínimos e Valor Significativo

Encontrado

A tabulação consistiu em agrupar os dados, utilizando planilha eletrônica, e os códigos encontrados em cada item das variáveis. Cada questionário foi tabulado individualmente e posteriormente foram feitos os gráficos da vulnerabilidade correspondente.

O Valor Significativo Encontrado (y) foi determinado, somando-se o valor da Moda, encontrada em cada item das variáveis.

O Valor Mínimo (x) foi determinado, somando-se o valor encontrado (codificação significativa de maior frequência) de cada item que compõe a variável do Fator de Vulnerabilidade.

De forma similar, procedeu-se para determinar o Valor Máximo (x').

	Valor Encontrado (y)	Valor Mínimo (x)	Valor Máximo (x')
Fator Vulnerabilidade Social	100	48	232

2.4 Parâmetro de Determinação dos Fatores de Vulnerabilidade

Para calcular o Fator de Vulnerabilidade, a equação da reta apresentada é de primeiro grau, do tipo:

$$V = ax + b$$

Em que:

V = Fator Vulnerabilidade;
a e b = constantes para cada variável;
x = valor significativo encontrado.

E procedeu-se a seguinte sequência de cálculos:

$$\begin{array}{ll}
 y = ax + b & (1) & x = 48 \\
 ax + b = 0 & & x' = 232 \\
 ax' + b = 100 & & y = 100 \\
 \\
 48a + b = 0 & (-1) & \\
 232a + b = 100 & & \\
 \\
 184a = 100 & & \\
 \mathbf{a = 0,54} & & , \text{ logo:} \\
 \\
 48 * 0,54 + b = 0 & & \\
 \mathbf{b = - 25,9} & & , \text{ assim, substituindo em} \\
 \\
 \mathbf{Y = 0,54 x - 25,9} & (2) & \\
 Y = 0,54 * 100 - 25,9 & & \\
 \mathbf{Y = 28,1} & &
 \end{array}$$

Para cada Fator de Vulnerabilidade, foi calculada uma reta de vulnerabilidade, utilizando-se os valores encontrados:

x	v
48	0
232	100
100	28,1

2.5 Magnitude da Vulnerabilidade

Os valores encontrados nas retas de vulnerabilidade podem variar de zero (vulnerabilidade nula) até 100 (vulnerabilidade máxima). As classes foram definidas de acordo com Barbosa (1997), em quatro classes (Tabela 1).

Tabela 1. Divisão das classes de vulnerabilidade (V).

Classes de Vulnerabilidade			
Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
0-15	16-30	31-45	> 45

Fonte: Barbosa (1997).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações disponibilizadas nos questionários do Diagnóstico Sócio-Econômico Ambiental possibilitaram identificar os principais problemas enfrentados pela população da zona rural do município de Santa Terezinha – PB e determinar a Classe de Vulnerabilidade Social, Econômica, Tecnológica e às Secas a que está exposta.

3.1 Vulnerabilidade Social

A vulnerabilidade social determinada para a população da zona rural do município foi de 28,1 % (Figura 1), classificada como Moderada segundo (BARBOSA, 1997) e está diretamente relacionada às variáveis demográficas e habitacionais da população.

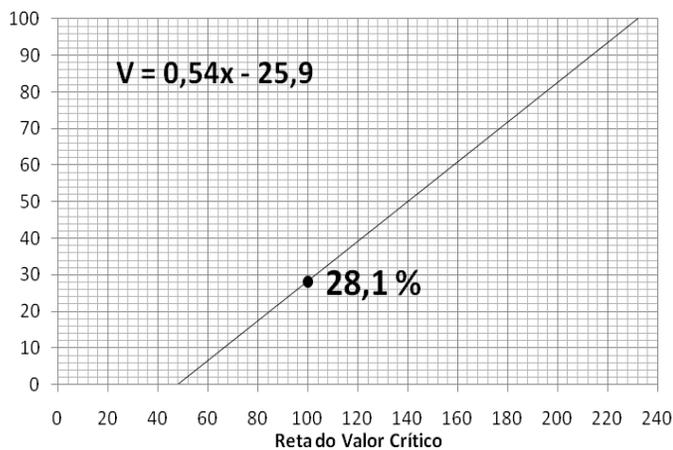


Figura 1 – Vulnerabilidade Social.

Com base nos resultados obtidos, 262 pessoas compõem as famílias residentes nas propriedades amostradas e verifica-se que 45,8% dos entrevistados encontram-se na faixa etária de 26 a 64 anos e apenas 3,8% entre 15 e 18 anos. Observou-se, ainda, que o percentual de idosos chega a 17,6% (Figura 2 A).

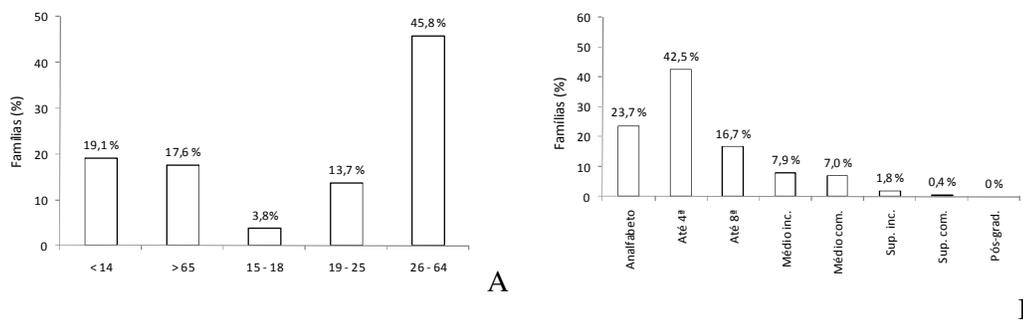


Figura 2. Faixa etária (A) e nível de escolaridade (B) dos entrevistados.

O nível de escolaridade é muito baixo, pois 42,5% só concluíram o fundamental I (4ª série primária) e 23,7% são analfabetos e apenas 0,4% tem nível superior (Figura 2B). O analfabetismo é grave problema social enfrentado pelas populações residentes no semiárido do Nordeste Brasileiro e deixa essa parcela da população à margem da sociedade e com uma série de problemas para exercerem sua plena cidadania.

Tendo o Brasil, como marca básica, as desigualdades sociais e regionais, não poderia ser diferente com o analfabetismo que na região Nordeste chega a 24,3% perfazendo um contingente de quase 8 milhões de pessoas (INEP, 2001).

Dos proprietários das terras entrevistados, 96% residem na zona rural e 4% na cidade (Figura 3A). Quanto ao tipo de habitação predominam casas de alvenaria em bom estado de conservação (86%); alvenaria em mau estado (6%); taipa em bom estado (4%) e taipa em mau estado (4%), o que evidencia boa qualidade de habitação (Figura 3B).

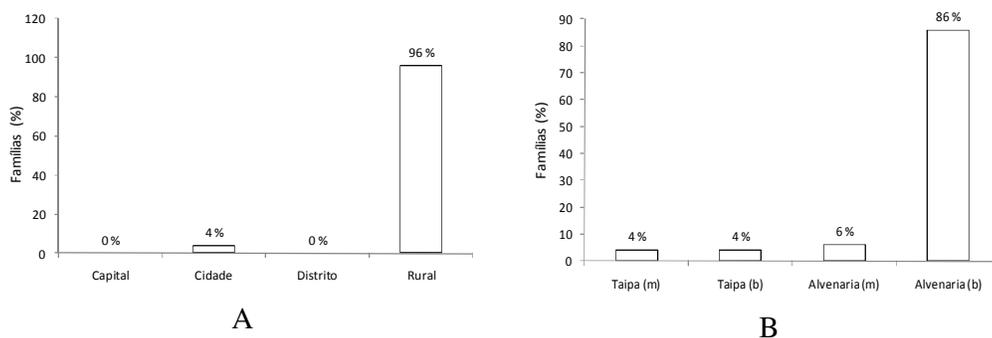


Figura 3. Localização da residência (A) e tipo de habitação(B) do produtor.

No que tange ao aspecto de residência, constata-se que as casas de taipa são cada vez menos comuns. Isto pode ser um indicativo de que há uma tendência no sentido de avançar em relação ao estilo de moradia e, conseqüentemente, a outros indicativos sociais.

Dentre as famílias pesquisadas, 76% utilizam lenha, carvão e gás e 8% usam somente gás para cozinhar (Figura 4). Na Paraíba em 1993 a lenha e o carvão vegetal aparecem como as fontes energéticas mais utilizadas nas indústrias do Estado, suprimindo cerca de 12% do total de energia consumida neste setor. Segundo Nóbrega & Lima (1994), na área rural do Estado da Paraíba, a lenha é o produto mais consumido como fonte geradora de energia, sendo utilizado em cerca de 75,8 % das unidades de produção rural.

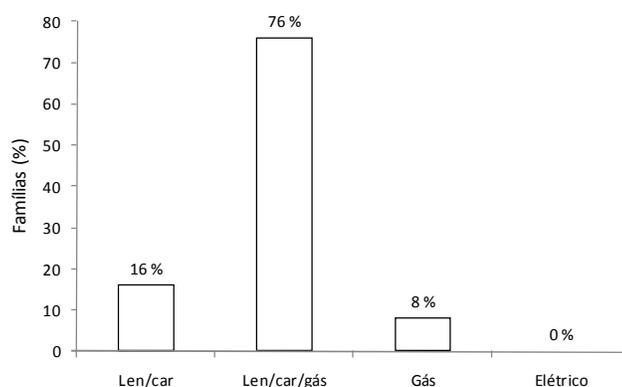


Figura 4. Tipo de fonte de energia utilizada pela população.

Segundo os entrevistados, 90% da água consumida é potável e 10% não potável (Figura 5), preocupante caso de saúde pública, pois tal consumo pode acarretar riscos de contaminação da população por doenças de veiculação hídrica. A maioria das doenças nas áreas rurais pode ser consideravelmente reduzida, desde que a população tenha acesso à água potável. Sem que para isso sejam deixadas de lado as ações que devem ser asseguradas pelo Estado em relação à saúde. Entretanto, um dos maiores problemas das fontes hídricas é a ausência de monitoramento da qualidade da água consumida (MISRA, 1975).

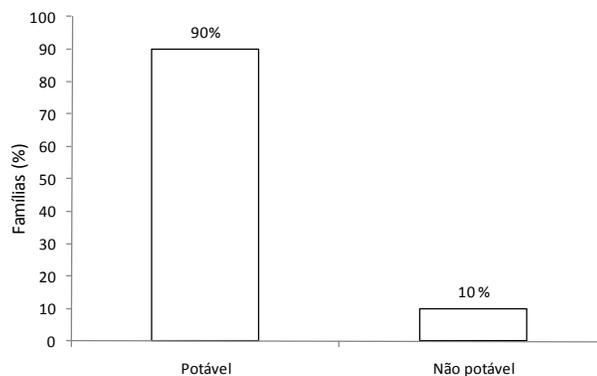


Figura 5. Qualidade da água consumida.

Associado ao problema da água potável há o do saneamento básico, cujo reflexo, é observado em relação ao tipo de eliminação do esgoto. Na referida comunidade, 90% da população utilizam a fossa e 10% fazem eliminação livre, sendo essa passível de causar sérios danos à saúde humana e animal, poluindo o solo e os mananciais (Figura 6A).

Ainda em relação ao saneamento básico, verifica-se no referido município que 80% do lixo gerado é enterrado e/ou queimado; 18% fazem eliminação livre e 2% possuem coleta (Figura 6B). Diante disso, há necessidade de sensibilizar a população frente aos riscos a que estão expostas em função da forma de esgotamento e eliminação do lixo, pois além de causarem sérios danos à saúde, de uma forma geral causa impactos permanentes ao meio ambiente (MENINO et al, 2005).

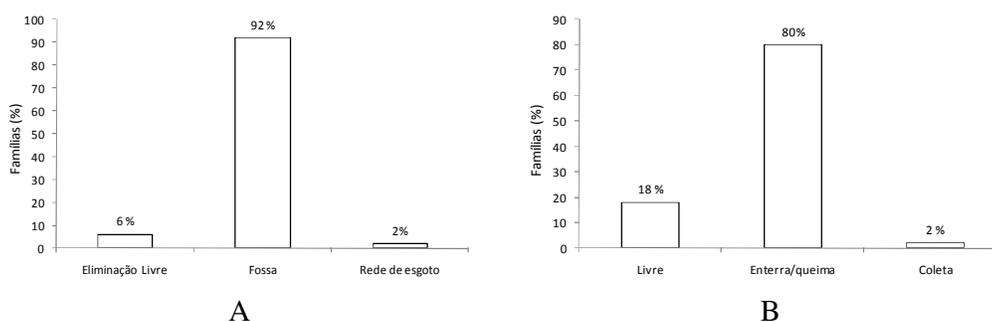


Figura 6. Forma de eliminação do esgoto (A) e do lixo (B).

Quanto à salubridade rural (Tabela 2), todas as infestações pesquisadas foram relatadas, e o nível baixo apresentou o maior percentual das respostas. Os piolhos e fungos foram mencionados como inexistentes em 72% das famílias. As pragas domésticas foram

relatadas em 74% das propriedades e o controle é sempre realizado pela maioria das famílias, as principais pragas são: ratos, baratas, aranhas e demais insetos. Apesar de toda a campanha do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para a erradicação da febre aftosa, por meio de vacinação, ainda foram mencionados, em 10% das propriedades, casos dessa doença.

Tabela 2. Salubridade rural da população da zona rural do Município de Santa Terezinha – PB, 2008 – 2009.

Salubridade rural	Geral (%)			
	Inexistente	Baixa	Média	Alta
Cupins	14	66	10	10
Formigas	2	68	18	12
Doenças vegetais	34	50	16	0
Vermes / carrapatos	52	40	8	0
Mosca do chifre	24	64	6	6
Doenças nos animais	32	56	12	0
Doenças nas pessoas	18	82	0	0
Piolho / fungos	72	28	0	0
	Sim		Não	
Pragas domésticas	74		26	
Febre aftosa	10		90	

O piso de cimento está presente em 86% das moradias, seguido de chão batido 10% e tijolo 4% e não se observou residência com piso de cerâmica (Figura 7A). O tipo de teto presente na maioria das residências é a telha cerâmica (98%) e 2% de outras coberturas (Figura 7B).

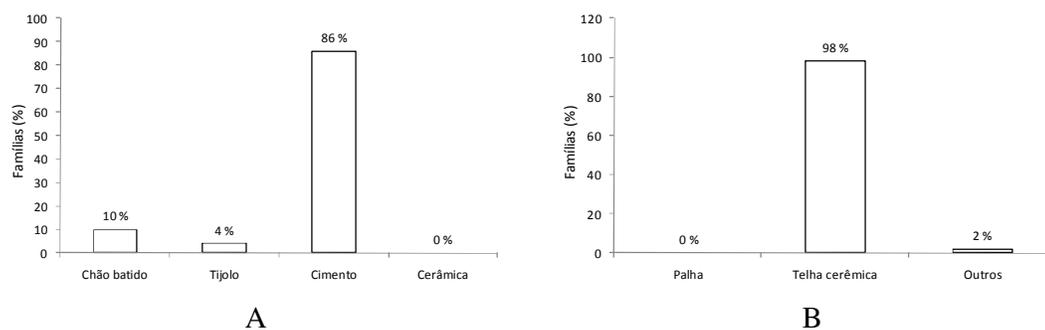


Figura 7. Tipo de piso (A) e cobertura de telhado (B) utilizado nas residências.

A energia elétrica está presente em 98% das residências e, destas, 90% possuem geladeira, 98% televisão, 52% DVD e 96% rádio (Figura 8).

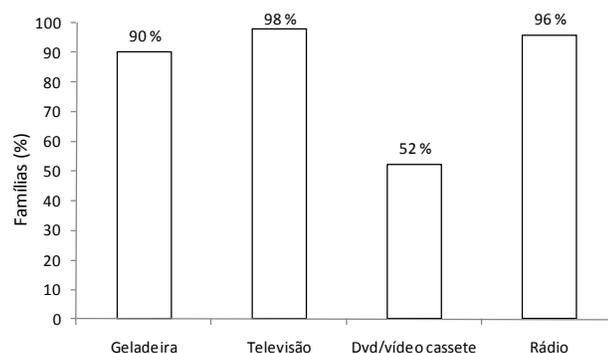


Figura 8. Eletrodomésticos utilizados.

Com base nas observações feitas em relação à Vulnerabilidade Social, verifica-se que, embora haja avanços relativos ao que tange a melhoria da qualidade de vida, há entraves que fazem com que a redução dessa vulnerabilidade seja algo distante da referida comunidade. Para isso, cabe observar que ainda perduram os altos índices de analfabetismo funcional, o que coloca como problemática a possibilidade dessas pessoas reverterem o seu histórico educacional ou o de seus familiares.

À medida em que, a educação não é colocada como algo a ser assegurado enquanto política pública, maior é a vulnerabilidade da população frente à prática clientelista existente na região. Nesse sentido, a moderada situação de vulnerabilidade social, quando se refere ao campo educacional, merece uma atenção especial. O caminho capaz de reverter a ótica da situação de vulnerabilidade social perpassa pela adoção de políticas públicas eficazes e de longo alcance social.

3.2 Vulnerabilidade Econômica

Para a vulnerabilidade econômica o valor determinado foi de 66,5% (Figura 9), indicando que a população encontra-se exposta a uma Vulnerabilidade Econômica Muito Alta (BARBOSA, 1997). De acordo com Menino et al. (2005), o pequeno produtor necessita de condições dignas de subsistência, com ações efetivas que visem superar os

vários pontos de exclusão a que estão expostos e os coloquem ativamente no processo de desenvolvimento econômico.

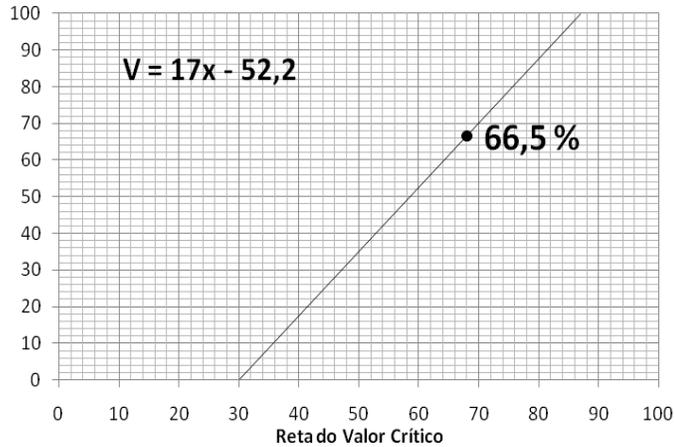


Figura 9. Vulnerabilidade Econômica.

Pela Figura 10A, constata-se que as famílias possuem animais de trabalho em que 42% são bois, 40% jumentos, 14% cavalos e 2% são de muares. De forma similar, os animais de produção (Figura 10B), são, em sua maioria de vacas (74%), aves (88%), garrotes (74%), ovelhas (24%), bodes e/ou carneiros (14%), cabras (10%), porcos (10%) e peixes (8%).

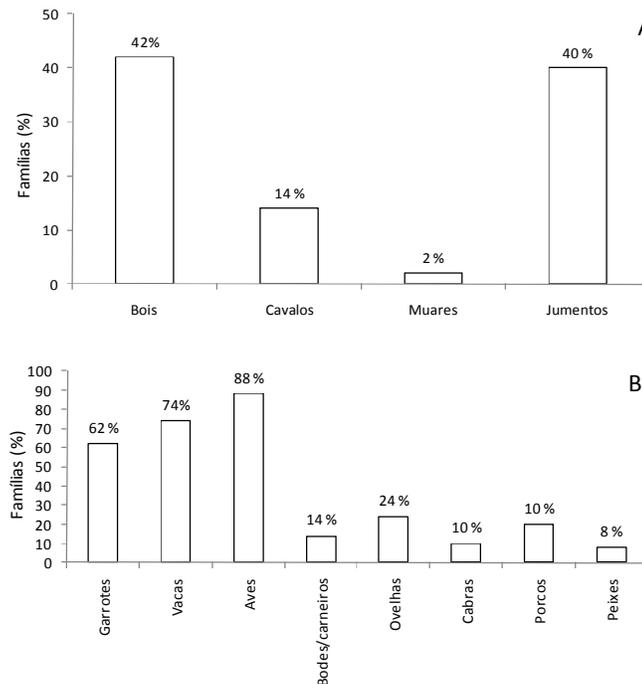


Figura 10. Animais de trabalho (A) e de produção (B).

Apesar das dificuldades ambientais enfrentadas, o homem do campo mantém uma diversidade de animais para o trabalho e para o consumo humano que assegura a sua sobrevivência e permanência no campo.

As principais culturas produzidas na região estão descritas na Tabela 3. Tal produção vegetal é pouco diversificada, com a maioria dos produtores praticando agricultura de autoconsumo, em que 92% cultivam feijão e milho e 6% arroz de sequeiro, dentre outros produtos vegetais.

Tabela 3. Produção vegetal da comunidade da zona rural do município de Santa Terezinha – PB, 2010.

Produção vegetal	%
Arroz	6
Feijão	92,0
Gergelim	4,0
Jerimum	2,0
Melancia	2,0
Milho	92,0

A comercialização da produção agrícola e pecuária é feita para os atravessadores por 16% dos produtores entrevistados, 62% não vendem os produtos agrícolas e 64% não vendem os produtos da pecuária. (Figura 11A e B). Ambos caracterizam a agricultura e pecuária de autoconsumo, pois produzem para consumo próprio.

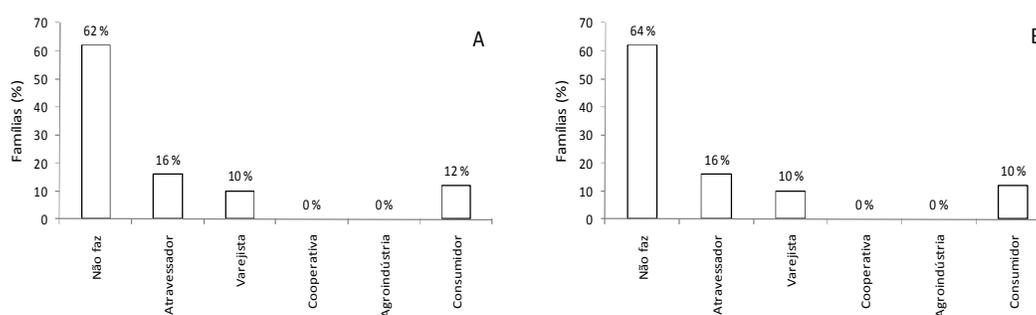


Figura 11. Comercialização da produção agrícola (A) e pecuária (B).

Grande parte da população não utiliza crédito bancário (80%), banco oficial (16%), particular (4%) e nenhum dos entrevistados recorre aos agiotas (Figura 12). Estes resultados são indicativos que a disponibilização de crédito para os agricultores, familiares, viabilizaria

a geração de renda para os mesmos, o que incentivaria a fixação do homem no campo e poderia contribuir para a redução do êxodo rural.

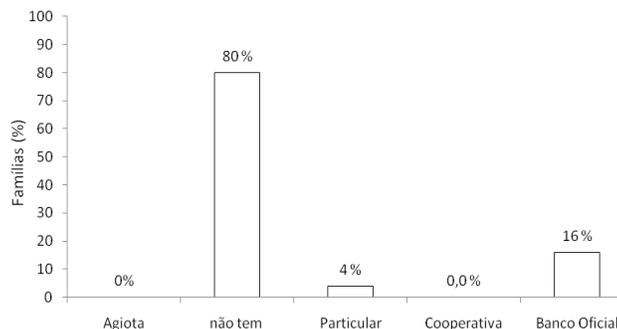


Figura 12. Fonte principal de crédito utilizada.

Visualizam-se na Figura 13 as fontes de renda das quais os produtores dependem diretamente para sua sobrevivência. Em sua maioria, cerca de 56% dependem diretamente das aposentadorias, 16% das rendas geradas na propriedade, 18% tiram o sustento de outras atividades e 10% dependem do salário recebido por outras atividades desenvolvidas fora das propriedades.

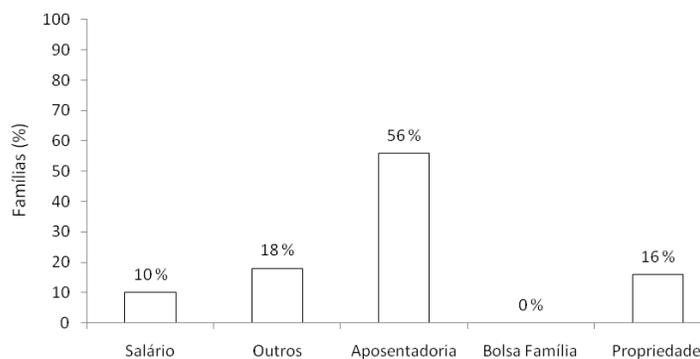


Figura 13. Fonte de renda dos entrevistados.

O levantamento mostrou que a maioria das famílias não tem acesso ao crédito bancário e a situação da pobreza retratada pela Vulnerabilidade Econômica é preocupante. As altas limitações econômicas das famílias estão associadas à carência e à falta de renda, uma vez que, de acordo com as respostas dadas pelos produtores rurais aos questionários, as rendas das propriedades são muito baixas. Em geral, as condições sociais são mitigadas pela presença de aposentados nas famílias, visto que, para muitas famílias, é a principal ou única fonte de renda.

3.3 Vulnerabilidade Tecnológica

A vulnerabilidade tecnológica foi de 69%, (Figura 14), classificada como uma Vulnerabilidade Muito Alta (BARBOSA, 1997).

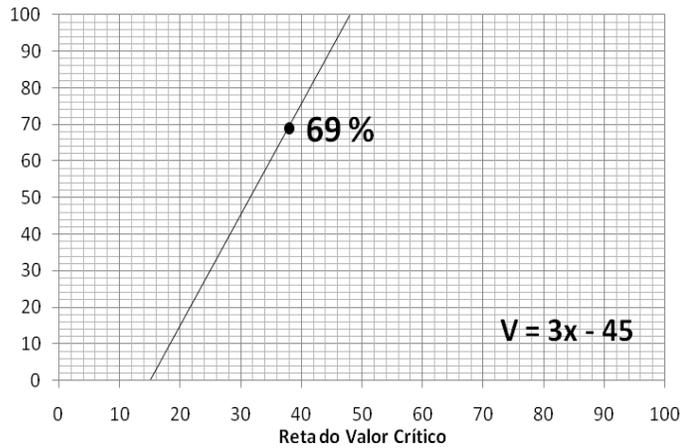


Figura 14. Vulnerabilidade Tecnológica.

Levando em consideração o tipo de posse da terra, verificou-se que 74% dos entrevistados são proprietários de suas terras e as exploram livremente, 20% são meeiros que se utilizam da parceria com o proprietário para explorar a terra e têm direito à metade da produção obtida e 6% são ocupantes (Figura 15).

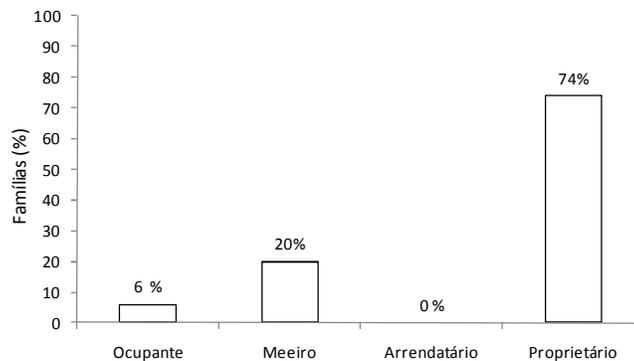


Figura 15. Tipo de posse da terra.

Um dos fatos importantes para um valor muito alto da Vulnerabilidade Tecnológica é o tipo de preparo rudimentar do solo, ainda utilizado nos dias de hoje. De acordo com a Figura 16, 56% fazem o preparo do solo manualmente, 14% utilizam máquinas, 14% animais e outros proprietários se utilizam de duas formas de tração, como máquina e manual

e apenas 2% fazem uso de tração animal e manual. O que corrobora com a definição de agricultura de sequeiro, que é um sistema de produção agrícola que visa à sobrevivência do agricultor e de sua família, caracterizada pela utilização de recursos técnicos pouco desenvolvidos onde se obtém uma baixa produção.

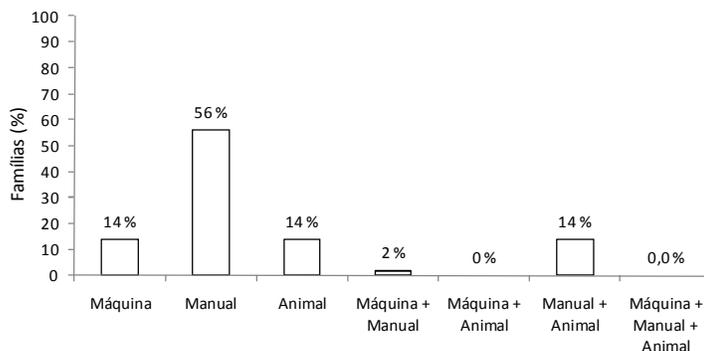


Figura 16. Ferramentas de tração utilizadas no preparo para o cultivo da terra.

Um fato relevante e de grande importância para a conservação do solo na região é que 52% das propriedades afirmaram que fazem o plantio em curvas de nível e 28% fazem o plantio seguindo o declive do terreno, favorecendo a erosão que é a forma mais prejudicial de degradação do solo (Figura 17A). Além de reduzir sua capacidade produtiva para as culturas, ela pode causar sérios danos ambientais, como assoreamento e poluição das fontes de água.

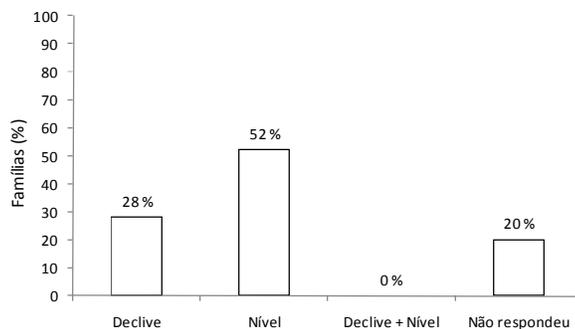


Figura 17. Tipo de plantio.

Uma minoria dos proprietários (10%) reconheceu conviver com conflitos ambientais e justifica que os mais comuns para a região são as queimadas, a erosão do solo, falta de água, corte da caatinga para retirada de lenha e produção de carvão, dentre outros. E a maioria (90%), por puro desconhecimento ou convivência diária e pacífica com tal situação, não os reconhece como conflito ambiental (Figura 18A).

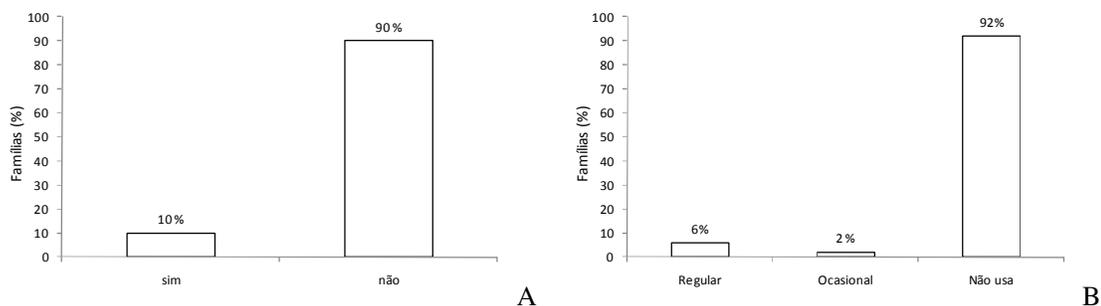


Figura 18. Presença de conflitos ambientais (A) e utilização de irrigação (B).

A irrigação (Figura 18B) não é utilizada em 92% das propriedades, provavelmente por escassez de água na região, reconhecida como conflito ambiental pelos proprietários da região. Ainda, quando disponível, o alto custo na aquisição dos sistemas de irrigação e a falta de acesso ao crédito por parte dos produtores, além do alto custo pela utilização da energia elétrica, inviabilizam o uso.

Observa-se na Figura 17A, que 84% dos entrevistados não têm assistência técnica especializada para orientar o cultivo nas propriedades; 2% a têm ocasionalmente, só quando precisam e não tem como resolver tal problema sozinho e 6% apresentam assistência técnica regular (Figura 19A).

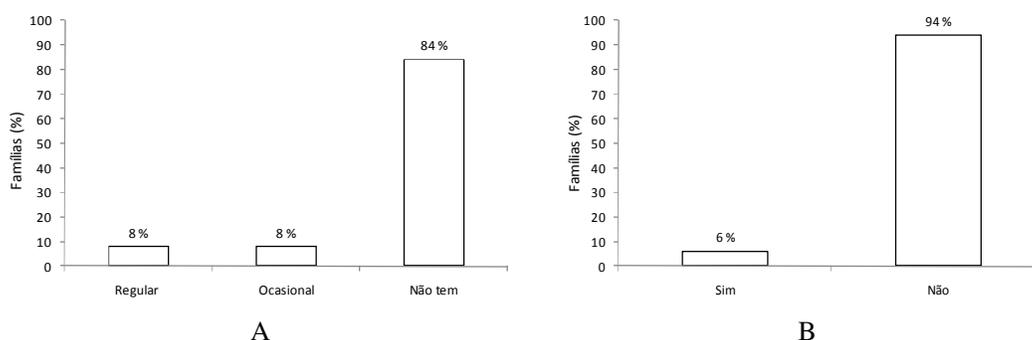


Figura 19. Utilização de assistência técnica para o cultivo (A) e execução de obras de contenção do solo.

Fator que agrava ainda mais a situação destes agricultores é que, 94% dos proprietários afirmam não saberem realizar obras de contenção de solo e os que fazem, cerca de 6%, fazem de forma incipiente (Figura 19B).

Sousa et al. (2007), através do levantamento socioeconômico ambiental, realizado no município de Cabaceiras, no Cariri da Paraíba, verificaram que a maioria das famílias não tem acesso ao crédito bancário, não recebe assistência técnica dos órgãos competentes e não

utiliza práticas de conservação de solos, comprometendo, assim, o uso das terras, o que acelera o processo de desertificação na região pela degradação das terras, fato este reforçado pelos altos índices de vulnerabilidade. Essa assertiva, também verificada para o município de Santa Terezinha, o coloca no rol dos municípios da Paraíba expostos a Vulnerabilidades Muito Altas.

3.4 Vulnerabilidade às Secas

A Vulnerabilidade à Secas da comunidade da zona rural do município de Santa Terezinha foi de 70,2% (Figura 20), e classifica-se como uma Vulnerabilidade Muito Alta, segundo Barbosa (1997). Tal vulnerabilidade influencia diretamente na qualidade de vida da população situada na zona rural, e se relaciona com as outras vulnerabilidades anteriormente citadas.

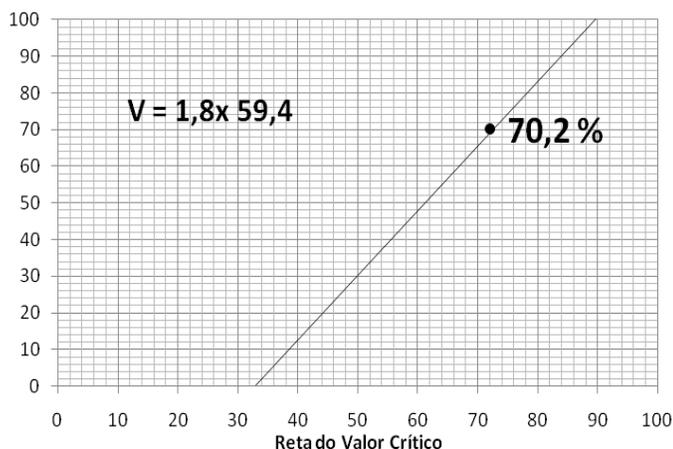


Figura 20. Vulnerabilidade às Secas.

Os fatores de risco, determinantes, para essa vulnerabilidade são: a periodicidade da oferta hídrica para região, a forma de convivência com o meio ambiente e a utilização dos recursos naturais e, ainda, o nível de desenvolvimento econômico da região. As formas de armazenamento de água mais utilizadas na região, em estudo, são as cisternas, que estão presentes em 40% das propriedades, 18% não fazem armazenamento de água, 14% utilizam os barreiros e 10% as caixas d'água e açudes (Tabela 4).

A utilização de cisternas é uma tecnologia milenar que visa resolver um dos principais problemas das famílias do semiárido: a escassez de água para consumo humano e doméstico, em especial no período de estiagem. Segundo estudos realizados, uma cisterna de 16 mil litros é suficiente para atender as necessidades básicas de uma família de até 5 pessoas por 8 meses, ou seja, 240 dias sem chuvas. As cisternas fazem parte do Programa 1 milhão de cisternas – P1MC, cujo objetivo principal é fornecer água potável para 1 milhão de famílias no semiárido brasileiro.

Tabela 4. Armazenamento de água da população da zona rural do município de Santa Terezinha – PB, 2008 – 2009.

Forma de armazenamento de água	%
Caixa d'água	10,0
Cisternas	40,0
Barreiros	14,0
Açudes	10,0
Caixa d'água + Barreiros	0,0
Caixa d'água + Cisternas	4,0
Caixa d'água + Cisternas + Barreiros	2,0
Cisternas + Barreiros	2,0
Não faz	18,0

Em regiões como o semiárido, na qual a disponibilidade de água é problemática e escassa, em consequência da irregularidade das chuvas e das altas taxas de evaporação, contribuem para reduzir a disponibilidade hídrica e favorecer a concentração de solutos nas fontes hídricas superficiais, degradando a qualidade das águas por meio da eutrofização, salinização.

O quadro de incertezas quanto à disponibilidade e qualidade das águas gera insegurança para a tomada de decisão de políticas de desenvolvimento agropecuário e sócio-econômico para a região, necessitando, portanto, de medidas de planejamento e de gestão dos recursos hídricos disponíveis, visando atender à demanda da população de forma permanente.

Quanto à captação da água da chuva, observa-se que 60% das famílias entrevistadas fazem uso dessa técnica e 40% não fazem (Figura 21A). As tecnologias de captação e manejo de água de chuva surgiram de maneira diversa e independente em muitas regiões do mundo e têm sido técnicas de uso comum, notadamente nas áreas áridas e semiáridas, onde as chuvas, além de irregulares, ocorrem por poucos meses.

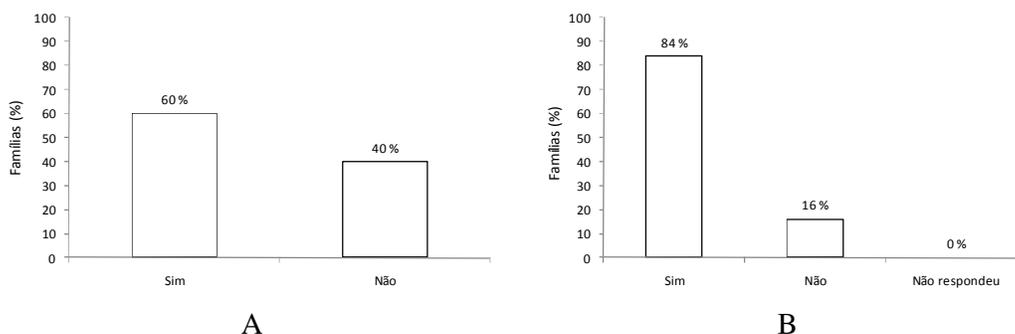


Figura 21. Captação da água da chuva (A) e manutenção das fontes de água para abastecimento humano durante o ano (B).

De acordo com 84% dos entrevistados as fontes de água permitem abastecimento humano durante o ano, e 16% afirmaram não permitir (Figura 21B), o que se justifica em consequência do comportamento irregular das chuvas no semiárido e da reduzida capacidade de retenção de água na maioria dos solos, tornando a maioria da população altamente dependente da captação água da chuva e de seu armazenamento.

De forma similar, nota-se na Figura 22A, que 84% das fontes de água permitem abastecimento animal durante todo o ano, e 16% não são suficientes. Já para irrigação, evidencia que 78% não utilizam as fontes de água durante todo ano; 20% afirmam que estas fontes permitem irrigação para todo ano e 2% não responderam, com o que se constata que grande parte das famílias da região prioriza a utilização das fontes de água, essencialmente, para consumo humano e animal.

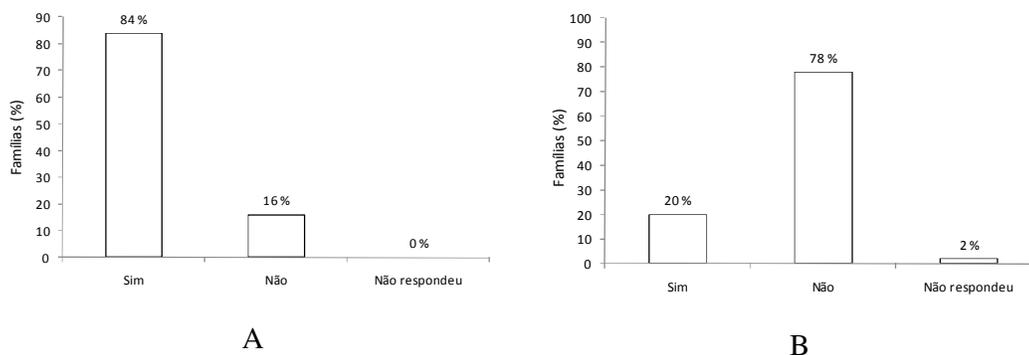


Figura 22. Fontes de água para abastecimento animal (A) e para a irrigação (B) durante todo o ano.

A utilização de animais para fazer o abastecimento de água das residências verifica-se em 56% das propriedades, a água encanada está presente em 38% delas, e 6%, ainda utilizam as latas para realizarem o abastecimento domiciliar (Tabela 5).

Tabela 5 - Abastecimento domiciliar de água da população da zona rural do município de Santa Terezinha – PB, 2008 – 2009.

Forma de transporte de água	%
Lata	6,0
Animais	56,0
Carro pipa	0,0
Bomba	0,0
Encanada	38,0
Lata + Animais	0,0
Animais + Carro pipa	0,0
Lata + Carro pipa	0,0
Lata + Carro pipa + Animais	0,0
Carro pipa + Encanada	0,0
Não respondeu	0,0

Na Figura 23A, evidencia-se que 76% das famílias não fazem racionamento de água, que 12% fazem durante as estiagens e que 12% fazem sempre. A maioria das famílias entrevistadas não utiliza as águas residuais, cerca de 80%, e só 20% fazem a reutilização dessas águas servidas.

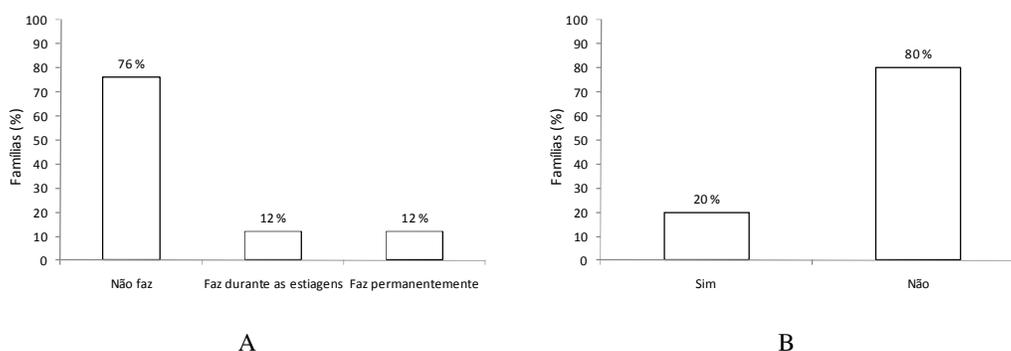


Figura 23. Uso de racionamento de água (A) e aproveitamento das águas residuais (B).

O manejo da Caatinga não é feito em 72% das propriedades, 22% afirmam fazê-lo, ocasionalmente, deixando algumas árvores mais antigas, quando estão desmatando, e 8% afirmam fazer sempre (Figura 24A).

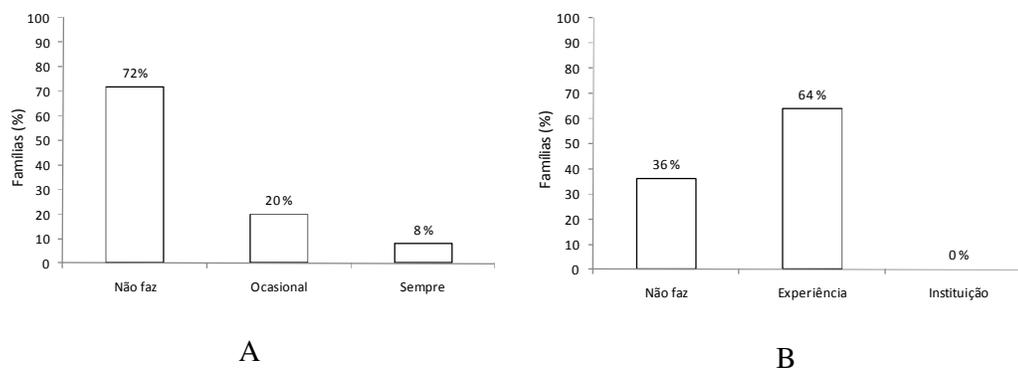


Figura 24. Manejo da Caatinga (A) e previsão do tempo (B).

A previsão do tempo para orientar a preparação do solo e o início do plantio das culturas é feita por 64% dos proprietários, por experiência própria e pela observação do “tempo” e do comportamento de alguns animais da região; 36% não fazem qualquer tipo de previsão e nenhum produtor relatou receber informações de órgãos ou instituições de apoio ao pequeno produtor (Figura 24B).

Os resultados também revelam que 86% das famílias se mantêm na atividade rural, independentemente, das perdas causadas pela seca; 8% vão trabalhar em outras atividades e 8% se engajam nas frentes de emergência, e ninguém relatou abandonar a terra durante o período de estiagem (Figura 25A).

A falta de planejamento da produção é um fator agravante que favorece a vulnerabilidade da comunidade, pois 90% dos produtores afirmaram não fazer projeção alguma para a produção da propriedade; 8% planejam, empiricamente, e apenas 2% têm acompanhamento técnico na propriedade (Figura 25B).

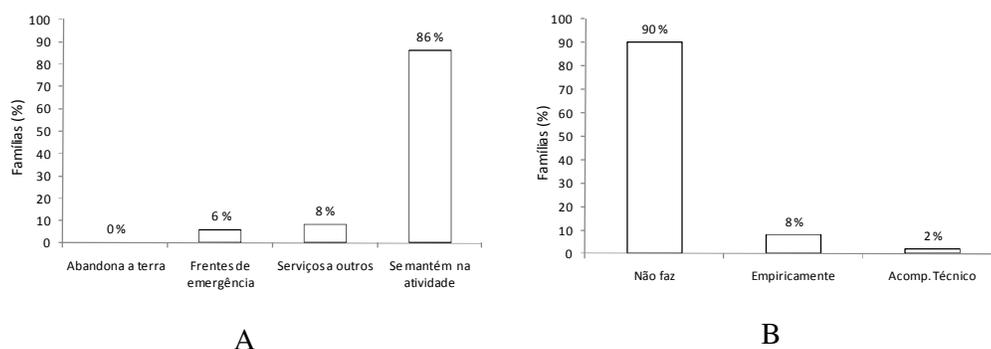


Figura 25. Ocupação durante as estiagens (A) e planejamento da produção (B).

Os produtos agrícolas, em 92% das propriedades, não são comercializados e se destinam para consumo próprio; 6% comercializam só o excedente e 2% produzem para comercializar (Figura 26A). Diante do exposto pode-se afirmar que a comercialização na região é praticamente inexistente e as famílias vivem em condições reais de agricultura de autossustentação.

O rendimento financeiro destas propriedades é geralmente muito baixo e mesmo assim, 24% dos produtores rurais entrevistados afirmaram viver com a renda gerada exclusivamente, na propriedade e 76% procuram outras atividades para complementar a renda familiar (Figura 26B).

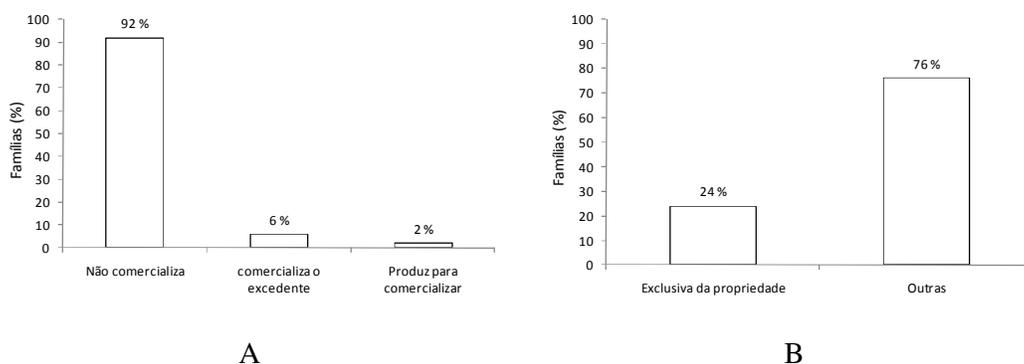


Figura 26. Comercialização da produção (A) e fonte de renda (B).

O segredo da convivência com o semiárido está em compreender como o clima funciona e se adequar a ele. Não se trata mais de “acabar com a seca”, mas de se adaptar ao ambiente de forma inteligente. É preciso interferir no ambiente, é claro, mas respeitando as leis de um ecossistema que tem riquezas surpreendentes.

A produção e o armazenamento de alimentos em tempos chuvosos e da própria água são os principais bens a serem estocados para se viver adequadamente em tempos sem chuva.

As secas recorrentes, devido a falta de políticas públicas, agravadas pela inoperância das políticas governamentais provocam três consequências principais: colapso parcial do sistema produtivo rural, notadamente às atividades de agricultura e pecuária, dificuldades no abastecimento de água e de gêneros alimentícios para a população.

4. CONCLUSÕES

- Os altos índices de vulnerabilidade encontrados relacionam-se às restrições socioeconômicas e ambientais e à ausência de políticas públicas voltadas para as necessidades da população;
- É alta a vulnerabilidade tecnológica, pois os agricultores não têm qualquer assistência técnica por parte de órgãos governamentais, caracterizando a atividade como essencialmente de subsistência;
- A pobreza retratada pela vulnerabilidade econômica é inquietante e a aposentadoria dos camponeses é para muitas famílias a principal ou única fonte de renda;
- A insuficiência da infra-estrutura hídrica potencializa a vulnerabilidade às secas;
- A agricultura familiar predomina no município de Santa Terezinha, tendo como base a agricultura de subsistência.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, M. L. S. de. **El Niño de 1997/1998: Sistemas Hídricos, degradação ambiental e vulnerabilidades socioeconômica no Cariri Paraibano.** 2004. 170p. il. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2004.

ANDRADE, K. de S. Degradação ambiental e risco a desastre desertificação nos municípios de Serra Branca e Coxixola (cariri paraibano) e Mirandela (Portugal): uma análise comparativa. 117p. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB. 2008.

ARAÚJO, A. E. de. Construção Social dos Riscos e Degradação Ambiental: Município de Souza, um estudo de caso. 2002. 122p. Dissertação (mestrado em engenharia agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 2002.

BARBOSA, M. P. **Vulnerabilidade de risco a desastre. Campina Grande:** Departamento de Engenharia Agrícola/UFPB. 1997. 87p. (Apostila).

CARDONA, O. D. **La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: una crítica y una revisión necesaria para la gestión.** Bogotá: CEDERI, jun. 2001.

CONFALONIERI, U. E. C. Global environmental change and health in Brazil: review of the present situation and proposal for indicators for monitoring these effects in: Hogan, H.J and M.T. **Tolmasquim. Human Dimensions of Global Environmental Change – Brazilian Perspectives.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2001.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Mapa do analfabetismo no Brasil.** Brasília, 2001, 44p.

IPCC. Intergovernmental Panel in Climate Change. **Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability.** Genebra, Suíça, 2001.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste,** Brasília – 1995.

MEDINA, J.; ROMERO, R. Los desastres se avisan. Estudios de vulnerabilidad y mitigacion II. ITDG. Lima – Peru, 1992, 172p.

MENINO, I. B.; MACEDO, L. S.; SOUSA, M. R.; FERREIRA, E. G.; FREIRE, A. L.; LIMA, I. X.; FERNANDES, M. F. Diagnóstico dos pólos de Esperança e Boqueirão – Uso potencial e manejo do solo – Análise de vulnerabilidades. EMEPA/PB. Documento 51. João Pessoa. 2005.

MISRA KK. Safe water in rural áreas. International Journal Health Education n. 18,

p. 9 – 53, 1975.

MORAIS NETO, J. M. de. Gestão de Riscos a Desastres ENOS (El Niño Oscilação Sul) no Semi-árido Paraibano: uma análise comparativa. 2003. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, 2003.

NÓBREGA, F. A.; LIMA, J. M. C. **Importância sócio-econômica dos recursos florestais no Estado da Paraíba**. João Pessoa: PNUD/FAO/IBAMA/Governo da Paraíba, 1994. 39 f. (Documento de campo nº 23).

ROCHA, J. S. M. da. Manual de Projetos Ambientais. Livraria Universitária. Santa Maria – RS. 423p. 1997.

SILVA, E. P. da. Estudo Sócio-Econômico-Ambiental e dos Riscos a Desastre ENOS (El Niño Oscilação Sul) no Município de Picuí – Paraíba. Um estudo de caso. 2002. 140p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2002.

SOUSA, R. F.; BARBOSA, M. P.; FARIAS, E. S. Estudo das vulnerabilidades das famílias da comunidade agreste - Município de Itaporanga – PB. In: XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA). João Pessoa- PB, **Anais...** CD-ROM. 2006.

SOUSA, R. F. Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semi-árido paraibano. 2007. 203P. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. 2007.

SOUSA, R. F.; BARBOSA, M. P.; MORAES NETO, J. M. de; MENESES, L. FL. de; GADELHA, A. G. Vulnerabilidades e impactos socioeconômicos e ambientais em municípios do Cariri paraibano. **Engenharia Ambiental**. v.5, n.3, p. 63 – 78, 2008.

APÉNDICE

**APÊNDICE 1. Diagnóstico Sócio-Econômico e Ambiental Município de Santa
Teresinha – Paraíba - Brasil.**

Fator Vulnerabilidade Social

<p>a) Variável Demográfica</p> <p>1.1. Número total de pessoas na família _____ sexo masculino _____ sexo feminino _____</p> <p>1.2. Número total de pessoas economicamente ativa na família _____ sexo masculino _____ sexo feminino _____</p> <p>1.3. Faixa etária 0-7 _____ 8-14 _____ 15-18 _____ 19-25 _____ 26-35 _____ 36-45 _____ 46-45 _____ >65 _____</p> <p>1.4. Escolaridade até a 4ª série _____ até a 8ª série _____ ensino médio incompleto _____ ensino médio completo _____ analfabeto _____ superior incompleto _____ superior completo _____ escolaridade do produtor _____</p> <p>1.5. Residência do produtor casa rural _____ cidade _____ distrito _____ capital _____</p> <p>1.6. Área da propriedade _____</p> <p>1.7. Número de famílias/pessoas na propriedade _____</p>
<p>b) Variável Habitação</p> <p>2.1. Tipo de habitação: taipa em mau estado _____ bom estado _____ alvenaria em mau estado _____ bom estado _____</p> <p>2.2. Fogão lenha/carvão _____ lenha/carvão + gás _____ gás _____ elétrico _____</p> <p>2.3. Água consumida: potável (filtro, poço tubular ou encanada) _____ não potável _____</p> <p>2.4. Esgotos: rede de esgotos _____ fossa _____ eliminação livre _____</p> <p>2.5. Eliminação de lixo: coleta _____ enterra ou queima _____ livre _____</p> <p>2.6. Eliminação de embalagens de agrotóxicos: comercialização com as próprias firmas _____ devolução aos revendedores _____ reutilização para o mesmo fim _____ colocada em fossa especial _____ queimada _____ reaproveitada para outros fins ou deixada em qualquer lugar _____</p> <p>2.7. Tipo de piso: chão batido _____ tijolo _____ cimento _____ cerâmica _____</p> <p>2.8. Tipo de teto: palha _____ telha cerâmica _____ outros _____</p> <p>2.9. Energia: não tem _____ elétrica monofásica _____ elétrica bifase _____ elétrica trifásica solar _____ eólica _____</p> <p>2.10. Geladeira: tem _____ não tem _____</p> <p>2.11. Televisão tem _____ não tem _____ Antena Parabólica: Sim _____ Não: _____</p> <p>2.12. Vídeo cassete tem _____ não tem _____</p> <p>2.13. Rádio: tem _____ não tem _____</p> <p>2.14. Periódicos: tem _____ não tem _____ Qual (is) _____</p>
<p>c) Variável Consumo de Alimentos</p> <p>3.1. Consumo de leite em dias da semana _____</p> <p>3.2. Consumo de carne bovina em dias da semana _____</p> <p>3.3. Consumo de carne caprina/ovina em dias da semana _____</p> <p>3.4. Consumo de carne de porco em dias da semana _____</p> <p>3.5. Consumo de legumes em dias da semana _____</p> <p>3.6. Consumo de verduras em dias da semana _____</p> <p>3.7. Consumo de frutas em dias da semana _____</p> <p>3.8. Consumo de batata-doce em dias da semana _____</p> <p>3.9. Consumo de ovos em dias da semana _____</p> <p>3.10. Consumo de café em dias da semana _____</p> <p>3.11. Consumo de massas em dias da semana _____</p> <p>3.12. Consumo de feijão em dias da semana _____</p> <p>3.13. Consumo de aves (guiné, galinha, peru, pato) em dias da semana _____</p> <p>3.14. Consumo de peixe em dias da semana _____</p> <p>3.15. Consumo de caça em dias da semana _____</p> <p>3.16. Consumo de derivados do milho (cuscuz, angu, polenta, mugunzá) em dias da semana _____</p> <p>3.17. Consumo de farinha de mandioca em dias da semana _____</p>
<p>d) Variável Participação em Organização</p> <p>4.1. Pertence sim _____ não _____ qual _____</p>
<p>e) Variável Salubridade Rural</p> <p>5.1. Infestação de nematóides: inexistente _____ baixa _____ média _____ alta _____</p> <p>5.2. Infestação de cupins: inexistente _____ baixa _____ média _____ alta _____</p> <p>5.3. Infestação de formigas: inexistente _____ baixa _____ média _____ alta _____</p> <p>5.4. Infestação de doenças vegetais: inexistente _____ baixa _____ média _____ alta _____ qual (is) _____</p> <p>5.5. Infestação de vermes/carrapato nos animais: inexistente _____ baixa _____ média _____ alta _____</p> <p>5.6. Infestação de mosca do chifre: inexistente _____ baixa _____ média _____ alta _____</p> <p>5.7. Infestação de doenças nos animais: inexistente _____ baixa _____ média _____ alta _____ qual (is) _____</p>

5.8. Surtos de febre aftosa sim__ não__
 5.9. Infestação de doenças nas pessoas: inexistente__ baixa__ média alta qual (is) _____
 5.10. Infestação de piolhos/fungos nas pessoas: inexistente__ baixa__ média__ alta__ qual (is) _____
 5.11. Combate às pragas domésticas sim__ não__ qual (is) _____

Fator Vulnerabilidade Econômica

a) Variável Produção Vegetal

6.1. Cultivo _____ produção _____ área _____ produtividade _____
 6.2. Cultivo _____ produção _____ área _____ produtividade _____
 6.3. Cultivo _____ produção _____ área _____ produtividade _____
 6.4. Cultivo _____ produção _____ área _____ produtividade _____
 6.5. Cultivo _____ produção _____ área _____ produtividade _____
 6.6. Cultivo _____ produção _____ área _____ produtividade _____
 6.7. Área de pastejo: não tem__ abandonada _____ conservada _____
 6.8. Florestamento/mata nativa não tem <25% da área 25% da área > 25% da área _____

b) Variável Animais de Trabalho

7.1. Bois: tem__ não tem__
 7.2. Cavalos: tem__ não tem__
 7.3. Muaras: tem__ não tem__
 7.4. Jumentos: tem__ não tem__

c) Variável Animais de Produção

8.1. Garrotes: tem__ não tem__
 8.2. Vacas: tem__ não tem__
 8.3. Aves: tem__ não tem__
 8.4. Bodes / carneiros: tem__ não tem__
 8.5. Ovelhas: tem__ não tem__
 8.6. Cabras: tem__ não tem__
 8.7. Porcos: tem__ não tem__
 8.8. Peixes: tem__ não tem__

d) Variável Verticalização

9.1 Matéria prima processada/melhorada na propriedade sim _____ qual _____ fonte _____
 9.2 Matéria prima processada/melhorada na propriedade sim _____ qual _____ fonte _____
 9.3 Matéria prima processada/melhorada na propriedade sim _____ qual _____ fonte _____

e) Variável Comercialização, Crédito e Rendimento

10.1 Venda da produção agrícola: não faz__ atravessador__ varejista__ cooperativa__ agroindústria__ consumidor__
 10.2 Venda da produção pecuária: não faz__ atravessador__ varejista__ cooperativa__ agroindústria__ consumidor__
 10.3 Venda da produção verticalizada: não faz__ atravessador__ varejista__ cooperativa__ agroindústria__ consumidor__
 10.4 Fonte principal de crédito: não tem__ agiota__ banco particular__ cooperativa__ banco oficial__
 10.5 Renda bruta aproximada da propriedade por ano(R\$) _____
 10.6 Outras rendas(R\$) _____ Qual _____
 10.7 Renda total(R\$) _____

Fator Vulnerabilidade tecnológica

a) Variável Tecnologia

11.1 Área da propriedade. (ha): <50 (aproveitamento de até 50%)__ <50 (aproveitamento >50%)__
 51-100 (aproveitamento de até 50%)__ 51-100 (aproveitamento >50%)__
 101-200 (aproveitamento de até 50%)__ 101-200 (aproveitamento >50%)__

11.2 Tipo de posse: proprietário__ arrendatário__ meeiro__ ocupante__
 11.3 Uso de Biocidas (veneno caseiro): regular__ ocasional__ não usa__ controle biológico__
 11.4 Uso de adubação/calagem: regular__ ocasional__ não usa__ adubação orgânica__
 11.5 Tração das ferramentas: máquina__ manual__ animal__
 11.6 Uso do solo: segue o declive__ em nível__
 11.7 Práticas de conservação: não usa__ usa__ quais _____
 11.8 Conflitos ambientais: sim__ quais _____ não__
 11.9 Irrigação: regular__ ocasional__ não usa__
 11.10 Assistência técnica: regular__ ocasional__ não tem__ quem? _____
 11.11 Exploração da terra: intensiva irracional__ extensiva irracional__ racional__

11.12 Capacitação para exploração: instituições governamentais e/ou ONG__ técnicos particulares__ sozinho__ não faz__ quais _____
11.13 Sabe executar obras de contenção: sim__ quais _____ não__
b) Variável Máquinas e Verticalização
12.1 Possui máquinas agrícolas e/ou implementos: nenhum__ alguns__ principais__ todos__
12.2 Possui equipamentos adequados para transformação de matéria prima: sim__ não__

Fator Vulnerabilidade às Secas

a) Variável Recursos Hídricos
13.1 Armazenamento de água: não faz__ caixa d'água__ cisternas__ barreiros__ açudes (2 anos sem secar)__ açudes (+ de 2 anos sem secar)__ outras opções de armazenamento _____
13.2 Água armazenada seca nas pequenas estiagens: sim__ não__
13.3 Captação de água das chuvas (telhado): não faz__ faz__
13.4 Fonte de água: não possui__ cacimba__ poço Amazonas__ poço tubular__ outras _____
13.5 Fonte de água seca nas pequenas estiagens: sim__ não__
13.6 Periodicidade da oferta hídrica dos reservatórios e fontes: temporária__ permanente__
13.7 Água das fontes permite abastecimento humano todo o ano: sim__ não__
13.8 Água das fontes permite abastecimento animal todo o ano: sim__ não__
13.9 Água das fontes permite irrigação todo o ano: sim__ não__
13.10 Forma de abastecimento domiciliar: lata__ animais__ carros pipas__ encanada__
13.11 Racionamento: não faz__ faz durante as estiagens__ faz permanentemente__
13.12 Aproveitamento das águas residuais: não__ sim__ como _____
13.13 Observação de alguma fonte/barragem que não secava e passou a secar: sim__ não__ qual _____
b) Variável Produção
14.1 Orientação técnica para as secas: tem__ não tem _____
14.2 Pecuária: não explora__ explora raças não adaptadas _____ explora raças adaptadas _____
14.3 Agricultura de sequeiro: não faz__ faz sempre__ faz com chuvas suficientes__
14.4 Cultivo de vazantes: não faz__ faz ocasionalmente__ faz sempre__ Espécies _____
14.5 Irrigação: não faz__ faz ocasionalmente__ faz sempre__ Espécies _____ Método _____
c) Variável Manejo da Caatinga
15.1 Não faz__ faz ocasionalmente__ faz sempre__ Como _____

d) Variável Exploração de Espécies Nativas
16.1 faz sem replantio__ não faz__ faz com replantio__ Espécies/Finalidades _____
e) Variável Armazenamento
17.1 Alimentação humana: não faz__ faz (estoque para um ano)__ faz (para mais de um ano)__ Forma _____
17.2 Armazenamento da alimentação animal: não faz__ faz (estoque para um ano)__ faz (para mais de um ano) Forma _____
f) Variável Redução do Rebanho
18.1 não faz__ faz antes das estiagens__ faz durante as estiagens__ Critérios de descarte _____
g) Variável Observação das Previsões De Chuvas
19.1 não faz__ faz pela experiência__ faz por instituições__ Quais _____
h) Variável Ocupação nas Estiagens
20.1 abandona a terra__ frentes de emergência__ presta serviços a outros produtores__ se mantém na atividade__
j) Variável Educação
21.1 Disciplinas contextuais no ensino básico: não possui__ até a 4ª série__ da 5ª à 8ª série__ em todas__ Qual (is) _____
21.2 Disciplinas contextuais no ensino médio: não possui__ possui em uma série__ mais de uma série__
i) Variável Administração Rural
22.1 Planejamento da produção: não faz__ faz empiricamente__ acompanhamento técnico__
22.2 Oferta contínua dos produtos: não__ sim__ por que _____ não comercializa__ comercializa o excedente__ produz para comercialização__
22.3 Comercialização: não comercializa__ comercializa o excedente__ produz para comercialização__

22.4 Fontes de renda: exclusivamente da propriedade__ outras _____

Histórico das Secas

23.1 Secas acontecidas: ano _____ duração _____ (meses)
Perdas e impactos (comentários e quantificações) _____

23.2 Secas acontecidas: ano _____ duração _____ (meses)
Perdas e impactos (comentários e quantificações)

23.3 Secas acontecidas: ano _____ duração _____ (meses)
Perdas e impactos (comentários e quantificações)

Fator Migração

24.1 A família reside a quantos anos? _____
24.2 Quantas pessoas da família deixaram a propriedade nos últimos anos? _____
a dois anos _____ a quatro anos _____ a seis anos _____ a oito anos _____ a dez anos _____ ou mais _____
24.3 Quantas pessoas da família regressaram e se fixaram? _____
24.4 Quantas famílias regressaram e se fixaram na: própria propriedade _____ em outra propriedade _____
24.5 Destino dos que saíram: zona urbana do município _____ outras localidades na Paraíba _____ outros Estados _____

Exploração de Minérios

Sim _____ Tipo _____ Qual(is) minérios _____ Não _____

Observações.

Nome do agente comunitário:

Local da entrevista:

Data da entrevista: / /

APÊNDICE 2. Valores de referência do diagnóstico sócio-econômico e ambiental

Fator Vulnerabilidade Social																
a) Variável demografia																
Item	Opção		Opção		Opção		Opção		Opção		Opção		Opção			
1.1	> 7	07	= 7	06	= 6	05	= 5	04	= 4	03	= 3	02	< 2	01		
1.2	1 pessoa	03	2 pessoas	02	> 2 pessoas	01										
1.3	< 14	05	> 65	04	15-18	03	19-25	02	26-64	01						
1.4	analfabeto	08	Até 4ª	07	Até 8ª	06	Médio inc.	05	Médio com.	04	Sup. Inc.	03	Sup. Com.	02	Pós-grad.	01
1.5	Capital	04	Cidade	03	Distrito	02	Rural	1								
b) Variável habitação																
2.1	Taipa (m)	04	Alvenaria (m)	03	Taipa (b)	02	Alvenaria (b)	01								
2.2	Len/car	04	Len/car/gás	03	Gás	02	Elétrico	01								
2.3	Não potável	02	potável	01												
2.4	Elim. livre	03	Fossa	02	Rede esgoto	01										
2.5	Livre	03	Ent/quei.	02	Coleta	01										
2.6	Reaproveita (outros)	06	Queima	05	Reutiliza	04	Fossa	03	Devolução	02	Comerc.	01				
2.7	Chão bat.	03	Cimento	02	Cerâmica	01										
2.8	Palha	02	Cerâmica	01												
2.9	Não tem	06	Monofásica	05	Bifásica	04	Trifásica	03	Solar	02	Eólica	01				
2.10	Não tem	02	Tem	01												
2.11	Não tem	02	Tem	01												
2.12	Não tem	02	Tem	01												
2.13	Não tem	02	Tem	01												
2.14	Não tem	02	Tem	01												
c) Variável consumo de alimentos																
3.1	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.2	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.4	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.5	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.6	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.7	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.8	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.9	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.10	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		

3.11	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.12	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.13	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.14	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.15	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.16	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.17	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
d) Variável participação em organização																
4.1	Não	02	Sim	01												
e) Variável salubridade rural																
5.1	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.2	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.3	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.4	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.5	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.6	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.7	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.8	Sim	02	Não	01												
5.9	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.10	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.11	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
Fator Vulnerabilidade Econômica																
a) Variável produção vegetal																
6.1	Baixa	03	Média	02	Alta	01										
6.2	Baixa	03	Média	02	Alta	01										
6.3	Baixa	03	Média	02	Alta	01										
6.7	Não tem	03	Abandonada	02	Conservada	01										
6.8	Não tem	03	< 25%	02	> 25 %	01										
b) Variável animais de trabalho																
7.1	Não tem	02	Tem	01												
7.2	Não tem	02	Tem	01												
7.3	Não tem	02	Tem	01												
7.4	Não tem	02	Tem	01												
c) Variável animais de produção																
8.1	Não tem	02	Tem	01												
8.2	Não tem	02	Tem	01												
8.3	Não tem	02	Tem	01												

8.4	Não tem	02	Tem	01													
8.5	Não tem	02	Tem	01													
8.6	Não tem	02	Tem	01													
8.7	Não tem	02	Tem	01													
8.7	Não tem	02	Tem	01													
8.8	Não tem	02	Tem	01													
d) Variável verticalização																	
9.1	Não	02	tem	01													
e) Variável comercialização, crédito e rendimento																	
10.1	Não faz	06	Atravessador	05	Varejista	04	Coop.	03	Agro-indústria	02	Consumidor	01					
10.2	Não faz	06	Atravessador	05	Varejista	04	Coop.	03	Agro-indústria	02	Consumidor	01					
10.3	Não faz	06	Atravessador	05	Varejista	04	Coop.	03	Agro-indústria	02	Consumidor	01					
10.4	Agiota	05	Não tem	04	Particular	03	Coop.	02	Banco oficial	01							
10.5	< 10 Sal.	04	11-30	03	31-60	02	> 61	01									
10.6	Não tem	02	Tem	01													
10.7	< 10 Sal.	04	11-30	03	31-60	02	> 61	01									
Fator Vulnerabilidade Tecnológica																	
a) Variável tecnológica																	
11.1	a	06	b	05	c	04	d	03	e	02	f	01					
11.2	Ocupa	04	Meeiro	03	Arrendatário	02	proprietário	01									
11.3	Regular	04	Ocasional	03	Não usa	02	Biológico	01									
11.4	Não usa	04	Ocasional	03	Regular	02	Orgânico	01									
11.5	Manual	03	Animal	02	Mecânico	01											
11.6	Declive	02	Nível	01													
11.7	Não usa	02	Usa	01													
11.8	Sim	02	Não	01													
11.9	Não usa	03	Ocasional	02	Regular	01											
11.10	Não usa	03	Ocasional	02	Regular	01											
11.11	Int. Irrac.	03	Ext. Irrac.	02	Racional	01											
11.12	Não faz	04	Sozinho	03	Particular	02	Gov./Org.	01									
11.13	Não	02	Sim	01													
b) Variável máquinas e verticalização																	
12.1	Nenhum	04	Algumas	03	Principais	02	Todas	01									
12.2	Não	02	Sim	01													
Fator Vulnerabilidade às Secas																	

a) Variável recursos hídricos																		
13.1	Não faz	06	Cx. d' água	05	Cisternas	04	Barreiros	03	Açude (2 anos sem secar)	02	Açudes (+2 anos)	01						
13.2	Sim	02	Não	01														
13.3	Não Faz	02	Faz	01														
13.4	Não possui	04	Cacimba	03	Poço amazonas	02	Poço tubular	01										
13.5	Sim	02	Não	01														
13.6	Temporário	02	Permanente	01														
13.7	Não	02	Sim	01														
13.8	Não	02	Sim	01														
13.9	Não	02	Sim	01														
13.10	Lata	04	Animais	03	Carro pipa	02	Encanada	01										
13.11	Não faz	03	Na estiagem	02	Permanente	01												
13.12	Não	02	Sim	01														
13.13	Sim	02	Não	01														
b) Variável produção																		
14.1	Não tem	02	Tem	01														
14.2	Não	03	Exp.ñ.adap.	02	Exp. Adap.	01												
14.3	Não faz	03	Sempre	02	Com chuva	01												
14.4	Não faz	03	Ocasional	02	Sempre	01												
14.5	Não faz	03	Ocasional	02	Sempre	01												
c) Variável manejo da Caatinga																		
15.1	Não faz	03	Ocasional	02	Sempre	01												
d) Variável exploração de espécies nativas																		
16.1	Não faz	03	Faz s/ rep.	02	Faz c/ rep.	01												
e) Variável armazenamento																		
17.1	Não faz	03	Faz (1ano)	02	Faz(+1ano)	01												
17.2	Não faz	03	Faz (1ano)	02	Faz(+1ano)	01												
f) Variável redução do rebanho																		
18.1	Não faz	03	Durante	02	Faz antes	01												
g) Variável observação das previsões de chuvas																		
19.1	Não faz	03	Experiência	02	Instituições	01												
h) Variável ocupação nas estiagens																		
20.1	Abandona	04	Frentes	03	Prest. Serv.	02	Se mantém	01										
i) Variável educação																		

21.1	Não possui	02	Possui	01												
21.2	Não possui	02	Possui	01												
j) Variável administração rural																
22.1	Não faz	03	Empiricam.	02	Acompanham.	01										
22.2	Não	02	Sim	01												
22.3	Não	03	Excedente.	02	Comercializa	01										
22.4	Exclusiva	02	Outras	01												
Variável histórico das secas																
23.1	Sim	02	Não	01												
Variável residência																
24.1	< 10 anos	03	11-20 anos	02	> 21	01										