



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

**ESTOQUES DE CARBONO E NITROGÊNIO EM VERTISSOLO E CONDIÇÕES
SOCIOECONÔMICAS E AMBIENTAIS NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO
RIACHO VAL PARAÍSO (PB)**

José Deomar de Souza Barros

Campina Grande – PB

2014

JOSÉ DEOMAR DE SOUZA BARROS

**ESTOQUES DE CARBONO E NITROGÊNIO EM VERTISSOLO E CONDIÇÕES
SOCIOECONÔMICAS E AMBIENTAIS NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO
RIACHO VAL PARAÍSO (PB)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Recursos Naturais, como parte das exigências
para obtenção do título de Doutor em Recursos
Naturais.

Área de Concentração: Processos Ambientais
Linhas de Pesquisa: Transferência de energia e
massa na biosfera

Orientadora:

Profa. Dra. Lúcia Helena Garófalo Chaves

Campina Grande – PB

2014

B277e Barros, José Deomar de Souza.
Estoques de carbono e nitrogênio em vertissolo e condições socioeconômicas e ambientais na microbacia do Riacho Val Paraíso (PB). / José Deomar de Souza. - Campina Grande - PB: [s.n], 2014.

169 f.

Orientadora: Professora Dr^a Lúcia Helena Garófalo Chaves.

Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

1. Estoque de carbono - vertissolo. 2. Estoque de nitrogênio - vertissolo. 3. Pedologia. 4. Riacho Val Paraíso - PB. 5. Microbacia hidrográfica - Riacho Val Paraíso - PB. 6. Recursos naturais. 7. Manejo da Caatinga. 8. Semiárido Brasileiro. 9. Carbono e nitrogênio - solos. 10. Diagnóstico ambiental. 11. Deterioração socioeconômica e ambiental. 12. Solos e minerais. 13. Densidade do solo. I. Chaves, Lúcia Helena Garófalo. II. Título.

CDU:005.631.4 (043.3)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”
(Madre Teresa de Calcutá).

Aos meus pais Rosa Luiz e Pedro Barros, a minha esposa Maria de Fátima e demais
familiares, dedico...

AGRADECIMENTOS

A Santíssima Trindade e a Nossa Senhora por tudo que tenho e sou.

À Universidade Federal de Campina Grande e ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, pela oportunidade da minha formação como pesquisador.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo.

A orientadora Professora Dra. Lúcia Helena Garófalo Chaves, pela valiosa orientação, confiança depositada, apoio e dedicação durante estes anos de trabalho.

Aos professores/pesquisadores, Profa. Dra. Soahd Arruda Rached Farias – CTRN/UFCG; Prof. Dr. José Dantas Neto - CTRN/UFCG; Profa. Dra. Lucia Santana de Freitas – CH/UFCG; e Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita– CCHE/UEPB por contribuições para o aprimoramento do projeto de pesquisa e da tese.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais pelo excelente trabalho desenvolvido no transcorrer das disciplinas.

Aos técnicos do laboratório de irrigação e salinidade, Wilson, Francisco (Doutor) e José Maria, pela colaboração nas execuções dos trabalhos laboratoriais.

Ao Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira, pelo auxílio na análise estatística.

À Cleide, secretária do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, pelo auxílio nas atividades burocráticas do programa.

A minha esposa Maria de Fátima Pereira da Silva, pelo auxílio nas correções gramaticais.

Aos amigos do PPGRN pela saudável convivência, em especial Damião Carlos, Fabio Giovanni e Silvana Torquato.

Por fim, a todas as pessoas que, apesar de aqui não citadas, contribuíram de alguma forma durante essa trajetória, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xiv
RESUMO.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	3
2.1. O Semiárido brasileiro.....	3
2.2. Aspectos socioeconômicos do Semiárido.....	6
2.3. Diversidade e manejo da caatinga.....	9
2.4. Matéria orgânica do solo.....	13
2.5. Estoque de carbono e nitrogênio no solo.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1. Localização e descrição da área de estudo.....	26
3.2. Escolha e caracterização das áreas de estudo.....	28
3.3. Amostras do solo.....	30
3.4. Análise físico-química do solo.....	31

3.5. Determinação do estoque de carbono e nitrogênio no solo.....	31
3.6. Diagnóstico socioeconômico e ambiental na Microbacia Hidrográfica do Riacho Val Paraíso.....	33
3.6.1. Diagnóstico socioeconômico.....	33
3.6.2. Diagnóstico ambiental.....	34
3.6.3. Determinação do número de propriedades a serem visitadas.....	34
3.6.4. Determinação da deterioração socioeconômica e ambiental.....	35
3.6.4.1. Cálculo da reta de deterioração real.....	35
3.6.5. Determinação do número de classes e categorização.....	36
3.7. Análise estatística.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
4.1. Caracterização química das amostras de solo dos diferentes ambientes.....	38
4.1.1. pH do solo.....	38
4.1.2. Condutividade elétrica do Solo.....	42
4.1.3. Cálcio do solo.....	44
4.1.4. Magnésio do solo.....	46
4.1.5. Sódio do solo.....	48
4.1.6. Potássio do solo.....	50

4.1.7. Soma de bases do solo.....	52
4.1.8. Hidrogênio do solo.....	54
4.1.9. Alumínio do solo.....	55
4.1.10. Fósforo presente no solo.....	56
4.2. Densidade e estoque de carbono e de nitrogênio dos diferentes ambientes.....	58
4.2.1. Densidade do solo.....	58
4.2.2. Teor de carbono orgânico do solo.....	62
4.2.3. Nitrogênio total do solo.....	66
4.2.4. Estoques de carbono e nitrogênio no solo.....	69
4.3. Condições socioeconômicas e ambientais.....	75
4.3.1. Condições sociais.....	75
4.3.2. Condições econômicas.....	84
4.3.3. Condições tecnológicas.....	92
4.3.4. Condições socioeconômicas.....	99
4.3.5. Condições ambientais.....	100
4.4. Implicações das condições socioeconômicas e ambientais sobre os estoques de carbono.....	104
5. CONCLUSÕES.....	107

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108
APÊNDICES.....	124
Apêndice 01.....	125
Apêndice 02.....	129
Apêndice 03.....	131
Apêndice 04.....	134
Apêndice 05.....	137
Apêndice 06.....	146
Apêndice 07.....	149
Apêndice 08.....	151

LISTA DE FIGURAS

Figura 01.	Localização da Microbacia Hidrográfica Riacho Val Paraíso.....	26
Figura 02.	Distribuição de solos na microbacia Val Paraíso.....	27
Figura 03.	Localização dos pontos de coleta de solo.....	29
Figura 04.	Anéis volumétricos fixados no solo(a); Retirada do anel volumétrico para amostragem indeformadas de solo (b).....	30
Figura 05.	pH do solo para cada área (vegetação nativa (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	42
Figura 06.	Condutividade elétrica do solo para cada área (vegetação nativa (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades	44
Figura 07.	Teor de cálcio no solo para cada área (vegetação nativa (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	46
Figura 08.	Teor de magnésio do solo para cada área (vegetação nativa (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	48
Figura 09.	Teor de sódio do solo para cada área (vegetação nativa (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	50
Figura 10.	Teor de potássio do solo para cada área (vegetação nativa (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	52
Figura 11.	Soma de bases do solo para cada área (vegetação nativa (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	54

Figura 12.	Teor de fósforo do solo para cada área (vegetação nativa (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	57
Figura 13.	Densidade do solo para cada área (vegetação natural (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	61
Figura 14.	Teor de carbono orgânico do solo para cada área (Vegetação natural (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	65
Figura 15.	Teor de nitrogênio do solo para cada área (Vegetação natural (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	68
Figura 16.	Estoque de carbono no solo para cada área (Vegetação natural (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	73
Figura 17.	Estoque de nitrogênio do solo para cada área (vegetação natural (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	73
Figura 18.	Estoque de carbono corrigido do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	74
Figura 19.	Frequência relativa da faixa etária do chefe da família.....	77
Figura 20.	Frequência relativa do grau de instrução do chefe de família.....	78
Figura 21.	Frequência relativa do tipo de habitação.....	79
Figura 22.	Frequência relativa da infestação de pragas.....	81
Figura 23.	Valores de máximo, mínimo e moda para as variáveis do fator social.....	82

Figura 24.	Deterioração para cada variável do fator social.....	83
Figura 25.	Deterioração do fator social.....	84
Figura 26.	Frequência relativa da produtividade agrícola média.....	85
Figura 27.	Frequência relativa do percentual de florestamento.....	86
Figura 28.	Frequência relativa dos animais de trabalho.....	87
Figura 29.	Frequência relativa dos animais de produção.....	87
Figura 30.	Frequência relativa da renda mensal da propriedade.....	89
Figura 31.	Valores de máximo, mínimo e moda para as variáveis do fator econômico..	90
Figura 32.	Deterioração para cada variável do fator econômico.....	90
Figura 33.	Deterioração do fator econômico.....	92
Figura 34.	Frequência relativa do tipo de posse da terra.....	93
Figura 35.	Frequência relativa quanto ao uso da irrigação.....	95
Figura 36.	Frequência relativa das formas de exploração da pecuária.....	96
Figura 37.	Frequência relativa da agregação de valor através do processamento de matéria prima na propriedade.....	97
Figura 38.	Valores de máximo, mínimo e moda para as variáveis do fator tecnológico..	97
Figura 39.	Deterioração para cada variável do fator tecnológico.....	98

Figura 40.	Deterioração do fator tecnológico.....	99
Figura 41.	Deterioração do fator socioeconômico.....	100
Figura 42.	Deterioração ambiental.....	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 01.	Granulometria do solo (g kg^{-1}) para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	28
Tabela 02.	Variáveis pesquisadas.....	34
Tabela 03.	Resumos das análises de variância dos atributos químicos minerais do solo.	38
Tabela 04.	Resultados da análise estatística descritiva de pH do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	39
Tabela 05.	Valores médios dos atributos químicos do solo em função do tipo de atividade (ou área).....	40
Figura 06.	Valores médios dos atributos químicos do solo em função da profundidade.....	41
Tabela 07.	Resultados da análise estatística descritiva de condutividade elétrica do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	43
Tabela 08.	Resultados da análise estatística descritiva de cálcio do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	44
Tabela 09.	Resultados da análise estatística descritiva de magnésio do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.	46
Tabela 10.	Resultados da análise estatística descritiva de sódio do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	48
Tabela 11.	Resultados da análise estatística descritiva de potássio do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	51

Tabela 12.	Resultados da análise estatística descritiva da soma de bases do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	53
Tabela 13.	Resultados da análise estatística descritiva de hidrogênio do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	54
Tabela 14.	Teores médios de hidrogênio ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) em função da profundidade em diferentes ambientes.....	55
Tabela 15.	Resultados da análise estatística descritiva de fósforo do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	56
Tabela 16.	Resumos das análises de variância dos atributos químicos orgânicos (teores de carbono, teores de nitrogênio, estoque de carbono e estoque de nitrogênio) e da densidade do solo.....	58
Tabela 17.	Resultados da análise estatística descritiva da densidade do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.	59
Tabela 18.	Valores médios da densidade do solo em função do tipo de atividade (ou área).....	60
Tabela 19.	Valores médios da densidade do solo em função da profundidade.....	61
Tabela 20.	Resultados da análise estatística descritiva do carbono orgânico do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP))nas quatro profundidades.	62
Tabela 21.	Teores médios de carbono orgânico (g kg^{-1}) em função da profundidade em diferentes ambientes.....	64
Tabela 22.	Resultados da análise estatística descritiva de nitrogênio do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro	66

	profundidades.....	
Tabela 23.	Valores médios de nitrogênio total (dag kg^{-1}) em função da profundidade em diferentes ambientes.....	67
Tabela 24.	Resultados da análise estatística descritiva do estoque de carbono do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	69
Tabela 25.	Resultados da análise estatística descritiva do estoque de nitrogênio do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.....	70
Tabela 26.	Valores médios do estoque de carbono (Mg ha^{-1}) em função da profundidade em diferentes ambientes.....	71
Tabela 27.	Valores médios do estoque de nitrogênio (Mg ha^{-1}) em função da profundidade em diferentes ambientes.....	72
Tabela 28.	Categorização e intervalos de classes.....	75
Tabela 29.	Resultados do diagnóstico e unidade crítica de deterioração ambiental.....	101
Tabela 30.	Frequência relativa dos códigos 1, 2 e 3.....	102

BARROS, J. D. de S. Estoques de carbono e nitrogênio em vertissolo e condições socioeconômicas e ambientais na Microbacia Hidrográfica do Riacho Val Paraíso (PB).2014. 152 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais)- Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2014.

RESUMO

A mudança de uso do solo leva a importantes alterações nos estoques de carbono - C e de nitrogênio - N do solo e, conseqüentemente, na ciclagem global desses elementos. O estudo foi realizado na microbacia hidrográfica do Riacho Val Paraíso (PB), teve por objetivo avaliar as implicações das formas de uso do solo sobre os estoques de carbono (C) e nitrogênio (N)na Microbacia Hidrográfica do Riacho Val Paraíso (PB). As amostragens de solo estudado, Vertissol, foram efetuadas em quatro repetições (quatro perfis), nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm. Os sistemas selecionados foram vegetação nativa; vegetação rala, pastagem, agricultura anual e agricultura permanente. Para avaliar as condições socioeconômicas e ambientais foram aplicados 68 questionários de acordo com a metodologia de Rocha (1997), e aplicado na forma de entrevistas em visitas feitas as comunidades rurais que fazem parte da microbacia supramencionada. As amostras de solo apresentaram valores de pH variando entre moderadamente ácido e alcalino, altos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e P. Os menores valores de densidade foram apresentados na área de vegetação nativa em relação aos sistemas de manejo, bem como na profundidade de 0 a 10 cm em relação às profundidades de todos os sistemas de manejo. Os teores e os estoques de carbono e nitrogênio diminuíram após a mudança de vegetação nativa para os sistemas agropecuários e diminuíram em relação às profundidades analisadas. Os sistemas de produção agrícola e pecuária estão desempenhando papel de emissor de C-CO₂, quando comparados com a vegetação nativa. A região se encontra em elevado processo de deterioração socioeconômica, com mais de 50% de comprometimento. Diante disso, o manejo conservacionista do solo pode tornar-se uma alternativa para mitigar as emissões dos gases de efeito estufa, contribuindo para a sustentabilidade do sistema de produção familiar.

Palavras-chave: vegetação nativa, comunidades rurais, efeito estufa.

BARROS, J. D. de S. **Carbon and nitrogen stocks in Vertisoland environmental socioeconomic conditions in the Watershed Riacho Val Paraíso – PB - Brazil.** 2014. 152f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais)- Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2014.

ABSTRACT

The change in soil use leads to major changes in carbon stocks carbon- C and nitrogen - N in the soil and, consequently, the global cycling of these elements. The study was conducted in the watershed of Riacho Val Paraíso (PB), aimed to assess the implications of forms of soil use on carbon stocks (C) and nitrogen (N) in the Watershed Riacho Val Paraíso – PB - Brazil. The soil samples studied, Vertissol, were performed in four replicates (four profiles), at depths 0-10, 10-20, 20-30 and 30-40 cm. Selected systems were native vegetation; sparse vegetation, pasture, annual agriculture and permanent agriculture. To assess the socioeconomic and environmental conditions 68 questionnaires according to the methodology of Rocha (1997) were applied, and applied in the form of interviews visits rural communities that are part of the watershed above. Soil samples showed pH values ranging from moderately acid and alkali, high levels of Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ and P. The lowest values of density were presented in the area of native vegetation in relation to the management systems as well as in depth 0-10 cm from the depths of all management systems. The levels and stocks of carbon and nitrogen decreased after the change of native vegetation for agriculture and livestock systems and decreased in relation to the depths analyzed. The agricultural production systems and livestock are playing role of emitting C-CO₂ when compared with the native vegetation. The region is in the process of high socioeconomic deterioration, over 50% of commitment. Thus, the conservation management of the soil may become an alternative to mitigate emissions of greenhouse gases, contributing to the sustainability of the household production system.

Keywords: native vegetation, rural communities, greenhouse.

1. INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica como unidade básica de planejamento foi determinada em 1997 pela Lei 9.433 que definiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos. A adoção da Bacia Hidrográfica como unidade de conservação dos recursos naturais está relacionada diretamente a necessidade de avaliar o seu potencial de desenvolvimento e manutenção da produtividade, indicando assim as formas mais apropriadas de seu manejo, com o mínimo de impacto social, econômico e ambiental. Assim, o Manejo Integrado de Bacia Hidrográfica objetiva à recuperação ambiental levando ao equilíbrio dos ecossistemas e ao uso sustentável dos recursos naturais.

O uso insustentável dos recursos naturais tem contribuído para intensificar a transformação de ecossistemas naturais em sistemas agrícolas, com isso, sistemas biológicos complexos e estáveis são substituídos por sistemas simples e instáveis, provocando assim modificação nos estoques dos componentes orgânicos do solo, por alterar, as taxas de adição e decomposição da matéria orgânica. Com isso, o equilíbrio dos ciclos do carbono (C) e do nitrogênio (N) é alterado e, as entradas de C tornam-se inferiores as saídas, o que acarreta à redução da quantidade e modificação da qualidade da matéria orgânica do solo (MOS).

A expansão agrícola através da derrubada de florestas durante os últimos anos levou a uma liberação líquida de 121 Gt de C para a atmosfera ($1\text{Gt} = 10^9 \text{ t}$) e o Brasil tem contribuído significativamente no processo de emissão de gases de efeito estufa pela mudança no uso da terra. Globalmente, a queima de combustíveis fósseis e a produção de cimento constituem as maiores fontes de gases do efeito estufa (GEE), responsáveis por 66% daqueles lançados na atmosfera; a agricultura aparece com 20% e a mudança do uso da terra (14%) completa o total das emissões antrópicas. Já o Brasil apresenta padrões diferentes daqueles observados globalmente, onde a mudança de uso da terra e a agricultura são responsáveis por mais de dois terços das emissões (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2004).

Se o processo de intervenção humana não for bem planejado pode levar estas áreas a um processo de degradação. No caso do Bioma Caatinga a intervenção antrópica tem acarretado um processo de degradação ambiental, por meio de uma exploração não planejada desse ambiente. De acordo com Conceição (2010) aproximadamente 80% dos ecossistemas naturais desse Bioma já foram antropizados, provocando a extinção tanto da flora quanto da

fauna de espécies endêmicas, causando também a deterioração dos recursos naturais renováveis.

Dessa forma, a adoção de práticas de uso do solo divergente em relação às características ambientais da região tem provocado a degradação e perdas da qualidade do solo. Os indicadores relacionados a estas modificações podem indicar as ações antrópicas como contributiva para degradar ou preservar as características originais da Caatinga, colaborando assim na proposição de alternativas de uso, manejo e recuperação dos ecossistemas degradados, de forma a permitir a reincorporação de sua produtividade natural.

Pode-se dizer que o entendimento das modificações nas propriedades químicas do solo, decorrentes dos diferentes usos, poderá fornecer elementos para produção em bases sustentáveis, uma vez que o conteúdo e a qualidade da matéria orgânica constituem atributos dos solos que podem ser utilizados para avaliar a sustentabilidade dos diferentes tipos de uso do solo.

Uma gestão pública sustentável deve fortalecer a agricultura familiar com práticas sustentáveis, que supere o conceito de baixa renda e pequena produção de subsistência, para um patamar que traduza o valor agregado do plantio e da colheita. Para que isso aconteça é necessário que, além de o capital pertencer à família, a agricultura familiar exerça influências socioeconômicas no município e tenha potencial de comercialização com outros municípios, a fim de ganhar força e rentabilidade.

Para avaliar o efeito de diferentes usos do solo no incremento ou redução dos estoques de carbono e de nitrogênio, é necessário quantificar efetivamente essas mudanças em relação a um manejo de referência, a exemplo do solo sob vegetação nativa. Assim, o objetivo geral desta pesquisa foi avaliar as implicações das formas de uso do solo sobre os estoques de carbono (C) e nitrogênio (N) na Microbacia Hidrográfica do Riacho Val Paraíso (PB). Especificamente: 1) Determinar os estoques de C e N no solo sob diferentes usos e manejo; 2) Comparar os resultados dos estoques de C e N nas áreas selecionadas; 3) Avaliar as propriedades químicas e físicas do solo em diferentes ambientes; 4) Verificar o nível de deterioração das condições socioeconômicas e ambientais dos produtores rurais na microbacia do Riacho Val Paraíso, PB; 5) Relacionar as condições socioeconômicas e ambientais com os estoques de C do solo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O Semiárido brasileiro

A região semiárida no Brasil abrange uma área de 969.589 km², nesta área estão inseridos 1.133 municípios, totalizando uma média de 28 milhões de habitantes. Localiza-se na porção central da Região Nordeste, abrangendo os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte do norte do Estado de Minas Gerais. Possui na atividade agropastoril sua atividade preponderante, apresentam condições climáticas típicas, apresentado constantemente períodos de baixa pluviosidade (secas). A exploração intensiva dos recursos naturais desta região tem provocado uma forte pressão sobre o meio, ocasionando assim áreas suscetíveis à desertificação (SILVA et al., 2010).

O Semiárido brasileiro é caracterizado por apresentar uma ampla variedade ambiental (solos, clima, vegetação e relevo) formando um ambiente diversificado e único. Diante desta complexidade de paisagens, deve-se considerar que o solo, a vegetação e o clima coexistem em um equilíbrio dinâmico, que pode ser alterado pela mudança de uso da terra. Os fatores climáticos são mais marcantes que outros fatores ecológicos, na definição da cobertura vegetal. A ampla diversidade de áreas sob o domínio Caatinga é resultante de diferentes combinações dos componentes abióticos, destacando as condições térmicas, pluviais, litoestruturais, posicionamento topográfico e herança paleoclimática. A integração entre todos estes fatores proporcionaram o desenvolvimento de adaptações próprias da vegetação (ARAÚJO, 2010).

A caracterização do solo de uma determinada área é fundamental à proposição de modelos sustentáveis com vistas à maximização da produção e mitigação da degradação dos recursos naturais. Dentre os solos encontrados na região semiárida estão os Vertissolos caracterizados como sendo solos argilosos ou muito argilosos, com elevado conteúdo de argilo-minerais (2:1) expansíveis que provocam o aparecimento de "slickensides" nos horizontes subsuperficiais e fendilhamento dos solos no período seco, podendo ou não apresentar microrrelevo do tipo "gilgai". Possuem, geralmente, elevadas somas de bases

trocáveis (S) e saturação de bases (V%) e reação variando de moderadamente ácida (na superfície de alguns destes solos) a fortemente alcalina no horizonte C (EMBRAPA, 2006).

Em sistemas agrícolas os atributos químicos do solo são alterados, positivo ou negativamente, conforme o manejo do solo adotado. Neste sentido, Santos & Ribeiro (2002) ao estudar os efeitos da agricultura irrigada nas propriedades químicas de solos da região do submédio São Francisco verificaram que as propriedades químicas foram afetadas, diferentemente, em função do manejo adotado. Corrêa et al. (2009) com o objetivo de avaliar os usos do solo verificaram que em relação a vegetação nativa, os usos de culturas com ciclo curto, área descartada, pastagem e fruticultura apresentaram maiores valores nas três camadas analisadas dos atributos pH, Ca e Mg trocável, soma de bases, saturação por bases e P disponível. Lopes et al. (2006) também observaram que o sistema de uso com pastagem apresentou maior sustentabilidade da fertilidade do que o sistema sob cultivo com arroz. Com o objetivo de avaliar a fertilidade de Vertissolos, Chaves et al. (1998) verificaram nas várzeas do município de Sousa, que as amostras de terra apresentaram valores de pH variando entre moderadamente ácido e alcalino, altos teores de íons cálcio, magnésio e potássio e fósforo variando entre baixo e alto.

Geralmente, em ambientes sob vegetação natural ocorre menor variação nos atributos químicos e físicos do solo, ao ser comparado com sistemas de manejo agropecuário; dessa forma, a vegetação natural é um indicador seguro para avaliar diferentes tipos de uso do solo, permitindo assim mensurar o uso sustentável ou não de determinadas práticas agropecuárias (MENINO et al., 2012).

Florentino et al. (2007), estudou a diversidade florística e a contribuição de quintais agroflorestais para a conservação da diversidade da vegetação da caatinga, como resultado foram registrado 25 quintais, nos quais foram relacionadas 84 espécies, pertencentes a 68 gêneros e 35 famílias, os resultados o levou a concluir que através de um plano de manejo adequado, os quintais agroflorestais constituem uma alternativa, de baixo custo, para a conservação da diversidade vegetal local.

Apesar de apresentar-se como um ecossistema árido a caatinga é um ecossistema complexo, tendo em vista a potencialidade de adaptação dos seres vivos as condições severas de estiagem e evapotranspiração. As espécies vegetais adaptadas a este ambiente conseguem aproveitar o mínimo de água que precipita no solo, para isso, a vegetação deste ambiente desenvolveu adaptações capazes de reduzir as perdas de água por transpiração (SILANS et al., 2006).

Neste sentido, Figueiredo (2010) avaliando a sobrevivência e o crescimento inicial de mudas de espécies típicas da caatinga, verificou-se alto índice de sobrevivência e desenvolvimento constituindo uma alternativa viável para a recuperação de áreas degradadas na caatinga.

Nesta região a presença de períodos prolongados de baixa pluviosidade é constante, concomitantemente a isso durante os períodos de estiagem ocorre um aumento significativo da temperatura provocando assim altos índices de evapotranspiração (SANTOS & SILVA, 2009).

A variação nos índices pluviométricos nesta região é um fato; mas, apesar da irregularidade e má distribuição nas ocorrências de chuvas, o Semiárido no Brasil é uma das regiões mais úmidas (média de 750 mm) em relação a outras regiões semiáridas do planeta (SILVA et al., 2006).

O processo de ocupação, na região semiárida, tem ocorrido de forma desordenada, aumentando assim a pressão do pastejo e a derrubada da vegetação natural para utilização da lenha, intensificando assim a exploração dos recursos naturais. Como consequência tem ocorrido um decréscimo significativo da biomassa produzida e reciclada, provocando a redução significativa da fertilidade do solo, diminuindo assim a capacidade de suporte animal. Além disso, a interferência antrópica neste ecossistema tem contribuído para o aumento das emissões de gases de efeito estufa para a atmosfera por meio da mineralização da matéria orgânica do solo (SILVA et al., 2010).

O manejo inadequado e a superação da capacidade de suporte de ambientes semiárido têm contribuído para intensificar o processo de degradação em localidades que apresentam maior vulnerabilidade ou intensificação mais acentuada da exploração dos recursos naturais. Neste sentido, o processo de degradação é resultante de uma relação direta entre fatores climáticos e mecanismos de manejo do Bioma Caatinga (SÁ & ANGELOTTI, 2009).

Neste sentido, Oliveira et al. (2012) ao avaliar os sistemas de manejo e uso do solo no Sertão paraibano verificaram que os agricultores fazem uso intensivo de solo, na região ocorre a derrubada desordenada da mata nativa especialmente para a produção agrícola de subsistência.

De acordo com Barros (2011), o processo de deterioração no Semiárido do Brasil não se manifesta apenas pelas condições naturais do ambiente, mas, especialmente, pelo uso a ele imposto. Dessa forma, é indispensável à adoção de mecanismos capazes de conter e reverter o

processo de degradação promovida pela mudança de uso da terra, como parte estratégica de um amplo programa de convivência com o Semiárido.

Assim, se faz necessário a adoção de práticas sustentáveis de usos do solo no Semiárido, no sentido de aumentar a capacidade de adaptação da sociedade e do sistema produtivo regional para uma melhor convivência com condições ambientais próprias deste ambiente e conseqüentemente promover a mitigação de emissões decarbono para a atmosfera.

2.2. Aspectos socioeconômicos do Semiárido

O Semiárido brasileiro apresenta indicadores, econômicos e sociais, críticos, com relação às atividades econômicas, a região é caracterizada por sérios problemas de concentração de renda e desigualdade na distribuição de terras. Com o predomínio de sistemas agrícolas de base familiar. As maiores limitações para a produção agrícola são decorrentes da irregularidade das chuvas e das características naturais dos solos e vegetação. A superfície agrícola útil é outro fator limitante, que potencializa os demais citados.

No Nordeste semiárido cerca de 90% do número de estabelecimentos tem área inferior a 100 ha. Além disso, na região ainda é constatado deficiências quanto ao apoio em termos de crédito e assistência técnica, acarretando, com isso, baixo desempenho da agropecuária da região semiárida. Geralmente, o produto final resume-se a uma limitada e irregular oferta de produtos com pouca inserção no mercado e responsável pelo baixo padrão de vida e de segurança alimentar que caracteriza a maioria das pequenas explorações agrícolas da região (SILVA et al., 2010).

Sá et al. (2012) pesquisou a sustentabilidade dos sistemas de produção dos agricultores familiares em Nossa Senhora da Glória no Semiárido sergipano, verificaram que os sistemas de produção proporcionaram baixos índices sociais para a moradia e nível educacional; baixos índices ambientais, escassez de assistência técnica e financiamento e baixos índices econômicos. Resultados semelhantes foram encontrados por Sousa et al. (2008).

Contrário a este pensamento Camelo & Cândido (2012) com o objetivo de identificar as potencialidades e as limitações dos agroecossistemas de abacaxi numa perspectiva de

desenvolvimento sustentável em Touros-RN, verificaram que os agricultores consideram que o cultivo do abacaxi vem sendo responsável pelas transformações ocorridas na localidade, segundo os autores, os agricultores desenvolveram uma autossuficiência econômica que garante uma melhor qualidade de vida e a sustentabilidade econômica de suas famílias no meio rural.

Os dados do Censo Agropecuário do IBGE, de 2006, confirmam o quadro tradicional regional da polarização do número total de minifúndios, por um lado e de latifúndios, por outro. A região caracteriza-se por apresentar uma grande massa de estabelecimentos rurais, aos quais corresponde uma pequena porção do total de terras, enquanto um reduzido número de grandes estabelecimentos se apropria da maior parte das terras (GARIGLIO et al., 2010). A alta concentração de minifúndios revela a existência de grande concentração de trabalhadores e famílias rurais deles dependentes. Esta categoria de estabelecimento, pela própria característica e dimensões, não assegura uma renda suficiente que garanta um padrão social e econômico mais digno para as famílias.

Neste sentido, Franco et al. (2005) realizaram um diagnóstico socioeconômico e ambiental, na microbacia do Açude Epitácio Pessoa, no município de Boqueirão, estado da Paraíba, e constataram que mais da metade do ambiente socioeconômico (69,49%) encontra-se em elevado processo de deterioração, sendo o fator econômico, o que mais contribuiu para elevação deste índice.

A Caatinga condiciona profundamente a atividade humana no semiárido nordestino. Como fornecedora de produtos madeireiros, a vegetação é à base da produção de lenha, carvão, estacas, material para construção, etc. Outros produtos florestais não-madeireiros como frutos, plantas medicinais, fibras, mel, entre outros, têm elevada importância para a população e a economia da região. Além disso, essa vegetação é relevante na manutenção da pecuária extensiva, pois fornece forragem, especialmente na época da estiagem. Entretanto, essas atividades, realizadas sem o manejo adequado, contribuem para o processo de degradação da Caatinga, e conseqüentemente contribui para acentuar o êxodo rural.

Para evitar a migração da população rural se faz necessário o desenvolvimento de ações e de um conjunto de inovações técnicas, econômicas e sociais adaptadas às condições locais capazes de promover a valorização dos recursos produtivos em suas diversas combinações. Dessa forma, para que ocorra o desenvolvimento desta região se faz necessário a identificação das vocações econômicas locais que se traduzam na geração de emprego e renda (SÁ & SOUZA, 2012).

Lira (2010) avaliou os sistemas de manejo sustentável do solo da caatinga, averiguou que a adoção de um manejo sustentável da Caatinga é capaz de diversificar a produção, o que garante a sustentabilidade econômica e proporciona um melhor aproveitamento das unidades produtivas.

Apesar das dificuldades que passa a economia do Semiárido, uma série de novas atividades começa a ser implementadas o que permite a estruturação de novos espaços econômicos. Nessa região, nas últimas décadas têm sido implantados diversos polos agroindustriais, como por exemplo, os municípios de Petrolina, PE e Juazeiro, BA, localizadas no Vale do São Francisco, trata-se de produtos incluídos nas cadeias de agronegócio com elevado potencial de geração de emprego, renda e divisas.

Neste sentido, Reis & Cândido (2012) investigando a sustentabilidade dos agroecossistemas intensivos de bananeira em Ipanguaçu – RN verificaram que quanto à produtividade, o nível de sustentabilidade dos agroecossistemas configura um estado ótimo. E, quanto à sustentabilidade dos agroecossistemas intensivos no que diz respeito aos recursos naturais, considera-se de uma maneira geral, que esses agroecossistemas demonstra nível de sustentabilidade instável.

Diversos estudos têm mostrado o crescimento do número de experiências organizacionais e produtivas bem sucedidas desenvolvidas na organização familiar, que vêm superando a vulnerabilidade dos agroecossistemas diante das secas e constituindo alternativa econômica sustentável. Diversas atividades produtivas tradicionais a exemplo da pecuária de leite, ovinocultura, apicultura, fruticultura, entre outras, tem sido implementadas como alternativas as atividades agrícolas tradicionais. Estas atividades de base local se constituem atividade relevante na busca de alternativas para a crise da economia da região (SÁ et al., 2010).

Barreto (2010) verificou que a adoção de manejo agroecológico em unidades de produção familiar no Oeste Potiguar garantiu benefícios sociais às unidades produtivas familiares. Este manejo contribui fortemente para o incremento da receita nas unidades familiares estudadas, gerando impacto econômico positivo.

Embora as atividades agropecuárias representem relevância na composição da estrutura de renda da população rural, destaca-se a importância de outras atividades econômicas que permite a exploração dos recursos naturais locais em sintonia com a valorização da natureza. Atividades que promovam a imagem de uma determinada localidade

através do desenvolvimento de bens primários de qualidade, artesanato tradicional, atividades culturais e de lazer, entre outras (SÁ & SOUZA, 2012).

Assim, atividades dessa natureza cuja implementação seja potencializada por meio de ações do poder público e das organizações da sociedade civil podem contribuir para a construção de ações sustentáveis de convivência com o Semiárido.

2.3. Diversidade e manejo da caatinga

O bioma Caatinga é o principal ecossistema existente na Região Nordeste, estendendo-se pelo domínio de climas semiáridos, numa área de 844.453 km² ou 54,53% da região e 9,92% do território nacional, e uma população de cerca de 20 milhões de habitantes, possuindo significativa importância socioeconômica e ecológica. Apresenta relevante diversidade biológica e espécies endêmicas, ocorre exclusivamente no Brasil, o que torna ainda mais relevante a sua preservação; apesar disso, é proporcionalmente o bioma menos estudado e, também, o menos protegido. A Caatinga tem apresentado reduções significativas da cobertura vegetal nativa, provocando assim degradação dos recursos naturais, influenciando diretamente na redução da fertilidade do solo (SANTANA & SOUTO, 2011).

Oliveira et al. (2008) ao avaliar o índice de estabilidade dos agregados observaram que a conversão de sistemas nativos em agroecossistemas provocou redução na estabilidade dos agregados, fato observado pela diminuição no diâmetro médio ponderado, por apresentar aumento dos agregados de menor tamanho e pelos menores teores de carbono orgânico presentes nos sistemas sob cultivo convencional.

De acordo com Dantas et al. (2010), a caatinga apresenta índices pluviométricos muito baixos, em torno de 500 a 700 mm anuais. A temperatura se situa entre 24 e 26 graus e varia pouco durante o ano. Além dessas condições climáticas rigorosas, a região das caatingas está submetida a ventos fortes e secos, que contribuem para a aridez da paisagem nos meses de estiagem (seca). As plantas da caatinga possuem adaptações ao clima, como: folhas transformadas em espinhos, cutículas altamente impermeáveis, caules suculentos etc. Todas essas adaptações lhes conferem um aspecto característico denominado xeromorfismo (do

grego xeros, seco, e morphos, forma, aspecto), duas adaptações importantes à vida das plantas nas caatingas são a queda das folhas na estação seca e a presença de sistemas de raízes bem desenvolvidos; a perda das folhas é uma adaptação para reduzir a perda de água por transpiração e raízes bem desenvolvidas aumentam a capacidade de obter água do solo.

Apesar das condições severas, o Bioma Caatinga apresenta uma surpreendente diversidade de ambientes, proporcionados por um mosaico de tipos de vegetação, variando com o mosaico de solos e a disponibilidade de água. A vegetação considerada mais típica de caatinga encontra-se nas depressões sertanejas: uma ao norte e outra ao sul do bioma, separadas por uma série de serras que constituem uma barreira geográfica para diversas espécies. Mas, os diferentes tipos de caatinga estendem-se também por regiões mais altas e de relevo variado, e incluem a caatinga arbustiva a arbórea, a mata seca e a mata úmida e as formações abertas com domínio de cactáceas e bromeliáceas, entre outros (AMORIM, 2009).

Devido o fato do desconhecimento das potencialidades do bioma caatinga, esta vem sendo constantemente devastada, há muitos séculos, pelas diversas ações do ser humano, pela pecuária extensiva, agricultura nas partes mais úmidas, retirada de lenha e madeira e outros fins de menor interesse socioeconômico. Dentre as regiões semiáridas do mundo, o sertão nordestino apresenta uma das maiores densidades populacionais, o que acarreta uma alta pressão antrópica sobre os recursos naturais. Neste contexto social que se encontra o bioma Caatinga, a vegetação nativa é altamente resiliente e largamente utilizada pela população do Semiárido (ANTONIO NETO, 2009).

Araujo (2010) realizando estudos no Município de São João do Cariri - PB verificou que a atividade socioeconômica da maioria da população da zona rural é a agrícola com produção de culturas tradicionais como milho e feijão para consumo familiar e produção pecuária reduzida, com predomínio de rebanhos bovino, ovino e caprino sem raça definida.

As regiões áridas e semiáridas caracterizam-se por apresentarem solos geralmente com baixos teores de matéria orgânica, nestes ambientes a produtividade está relacionada diretamente aos níveis de fertilidade natural e da possibilidade de promover sua manutenção por meio da ciclagem de nutrientes. O retorno de aportes de nutrientes no Bioma Caatinga ocorre principalmente através do acúmulo de resíduos vegetais (serrapilheira) que se deposita sobre o solo, morte e decomposição de raízes e a deposição dos herbívoros e outros animais. Nas áreas submetidas a pastagens, a biomassa que se deposita sobre o solo é resultante especialmente da deposição de fezes e urina dos animais (AMORIM, 2009).

A serrapilheira sobre o solo na Caatinga promove a sua proteção em épocas de estiagem, período em que as temperaturas são mais elevadas. Mas, logo no início do período chuvoso, este material vegetal é degradado por meio da ação dos microrganismos decompositores, com isso não ocorrem grandes acúmulos de depósito de resíduos vegetais na superfície do solo. As espécies vegetais da Caatinga são heliófitas, a maioria das folhas apresenta textura rígida apresentando assim um período mais prolongado de início de degradação, isto dificulta a ação dos organismos decompositores nos períodos de escassez hídrica no solo, desacelerando assim o processo de decomposição (ARAÚJO, 2010).

A cobertura do solo pela vegetação natural é o fator que contribui significativamente no controle da degradação do solo no ambiente semiárido. Mesmo decídua, a caatinga exerce o seu papel protetor do solo contra as intempéries, contribuindo para a redução da degradação (ALMEIDA, 2001).

Pereira (2010) avaliou a relevância de plantas nativas da caatinga na recuperação de áreas degradadas. O estudo mostrou que a macambira e o xique-xique podem perfeitamente serem utilizados como alternativas em um programa de recuperação de áreas degradadas, tendo em vista que estas plantas nativas da caatinga proporcionam melhorias da estrutura do solo e do aporte de matéria orgânica presente no seu entorno.

A redução do aporte de matéria orgânica, em ambientes áridos e semiáridos, ocorre especialmente em sistemas de manejo convencional de uso do solo, devido às intensas perturbações e também devido à utilização de culturas agrícolas que proporcionam baixa adição de resíduos vegetais. Ou seja, nestas condições é estabelecido um processo contínuo de degradação das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, além de influenciar na produtividade da cultura agrícola (CONCEIÇÃO, 2010).

De acordo com SÁ et al. (2010), no Semiárido brasileiro a matéria orgânica do solo apresenta conteúdo naturalmente baixo, em consequência das características da vegetação e do clima. Assim, o fornecimento da matéria orgânica para o sistema é limitado pela baixa produção de biomassa vegetal, o que contribui, juntamente com o acentuado déficit de umidade, para diminuir tanto a atividade quanto a diversidade da fauna edáfica. Nestas condições, onde a precipitação anual é menor que a evapotranspiração, a umidade é baixa, a temperatura e os teores de carbonatos de cálcio são elevados, há uma facilidade muito grande para a mineralização do húmus, resultando em uma diferença negativa entre a incorporação e a perda de matéria orgânica. Todo esse processo é ainda acentuado pela retirada dos resíduos da biomassa, quando a erosão remove as camadas superiores do solo. Esse tipo de degradação

influencia, também, na perda de nutrientes e microrganismos benéficos, que são arrastados pelas chuvas que escorrem na superfície do solo.

Nogueira (2009) quantificou os estoques de carbono orgânico total em sistemas agrícolas convencionais e agroflorestais no município de Sobral – CE, verificou que as áreas sob manejo agroflorestal apresentaram estoques de carbono superiores em relação ao sistema de cultivo convencional confirmando a eficiência dos sistemas agroflorestais em reduzir os efeitos da erosão e aumentar o estoque de carbono no solo.

Os processos antrópicos que causam ou aceleram a degradação dos solos das regiões áridas e semiáridas podem ser resumidos em manejo inadequado das culturas e práticas agrícolas prejudiciais, desmatamento para produção de lenha e carvão, superpastoreio e irrigação mal manejada (SILVEIRA, 2009).

Lira (2010) avaliou os sistemas de manejo do solo da caatinga e constatou que na área de cultivo agrícola convencional ocorreram perdas de fertilidade e de matéria orgânica. Consequentemente, nos sistemas de manejo ecológico foram encontrados valores positivos para estes parâmetros, indicando a relevância da implantação de sistemas conservadores dos recursos naturais.

A degradação da vegetação da Caatinga em geral ocorre para dar espaço às atividades agropastoris e atividades relativas à exploração de produtos florestais. De forma que as atividades agropastoris convencionais exercem relevante pressão sobre a cobertura vegetal do Semiárido (SANTOS, 2009).

Contrário a esta concepção de degradação, as práticas de manejo sustentável da caatinga permitem mitigar a devastação da vegetação do Semiárido por meio de uma agricultura de base ecológica norteadas por princípios de sustentabilidade (LIRA, 2010). Neste sentido, Barreto (2010) verificou que a adoção de um manejo agroecológico da caatinga contribuiu para o desenvolvimento rural sustentável e para a minimização dos fatores predisponentes à desertificação.

Existem várias alternativas de manejo da Caatinga a exemplo dos sistemas agroflorestais, silvopastoris e agrossilvopastoris que permitem a coexistência da mata nativa com plantas cultivadas e produção animal (DANTAS et al., 2012).

Neste sentido, Maia et al. (2008) comparando sistemas convencionais de cultivo e sistemas agroflorestais verificaram que o sistema convencional reduziu os teores de N total e das frações das substâncias húmicas em 38 e 44%, respectivamente, na camada superficial do

solo. O sistema silvipastoril preservou e, em alguns casos, aumentou os teores de N do solo. Logo, constitui um sistema que pode ser recomendado como alternativa sustentável de manejo do solo para o semiárido.

Sousa et al. (2011) realizaram uma investigação em cinco assentamentos na região do sertão central cearense com o objetivo de avaliar o desempenho do manejo sustentável da caatinga, verificou-se que as práticas de raleamento, rebaixamento, enleiramento e enriquecimento possibilitaram um aumento do suporte forrageiro em todas as áreas e melhorando a qualidade nutricional do pasto.

Neste sentido, Barreto (2010) realizou um estudo com o objetivo de avaliar os impactos econômicos do manejo agroecológico da caatinga em unidades de produção familiar no Rio Grande do Norte, foi verificado que a diversificação das atividades agropecuárias proporcionou um incremento na receita das famílias pesquisadas. Os resultados alcançados indicam que a utilização do manejo sustentável contribuiu fortemente para o incremento monetário nas unidades familiares, configurando-se como geradora de impacto positivo.

Dessa forma, o manejo sustentável da caatinga é uma alternativa ao tradicional sistema de manejo. Esse manejo constitui um novo enfoque de desenvolvimento rural, representando uma nova perspectiva de modelo de uso da terra, e não uma simples técnica agrícola ou florestal que objetiva o aumento da produção.

2.4. Matéria orgânica do solo

Os solos são originados da interação do material parental, clima, seres vivos, topografia e tempo, cujos processos de desenvolvimento (perdas, transformação, adição e translocação) dão origem a formação de solos, pedogeneticamente diferenciados, apresentando horizontes com particularidades distintas de textura, estrutura, presença de material orgânico e grau de alteração (CHAVES & GUERRA, 2006).

O solo é um recurso natural essencial à sobrevivência dos seres vivos, visto que, nos ecossistemas contribui para o crescimento das plantas, regulação e participação do fluxo de água no ambiente e tampão ambiental na formação, atenuação e degradação de compostos

naturais. O conhecimento da importância e qualidade do solo é relevante para implementar estratégias de manejos sustentáveis. Neste sentido, a matéria orgânica do solo é um importante atributo na definição da qualidade do solo, e é justamente na superfície do solo onde se concentra a maior quantidade da matéria orgânica, sendo que a superfície do solo esta mais exposta à ação antrópica. Devido esta ação, aceleram-se os processos de intemperismo, perdas por erosão, e contaminação por agroquímicos. Ter conhecimentos a respeito destes fatos é essencial para a conservação ambiental, tendo em vista que, a matéria orgânica da superfície do solo é responsável pela maior parte da emissão e captura dos gases de efeito estufa, sendo essencial também, no controle da erosão, na infiltração da água no solo e na conservação e disponibilização de nutrientes para as plantas. Assim, a função mais importante da matéria orgânica do solo é incorporar e estocar nitrogênio, carbono e outros elementos (BERNARDI et al., 2004).

Este processo de estocagem de carbono e nitrogênio, nos ecossistemas terrestres, ocorre basicamente em dois reservatórios de carbono, a biomassa viva (vegetais, animais e microorganismos) e na matéria orgânica do solo. Neste sentido, a matéria orgânica do solo constitui o maior reservatório de carbono terrestre. Segundo Cerri et al. (2004) o solo constitui-se em um compartimento chave no processo de emissão e sequestro de C, evidenciando que, globalmente, há duas ou três vezes mais carbono (C) nos solos (1500-2000 Pg) em relação ao estocado na vegetação (470-655 Pg) e cerca do dobro em comparação com a atmosfera (730 Pg). Portanto, manejos inadequados podem mineralizar a matéria orgânica e transferir grandes quantidades de gases do efeito estufa para a atmosfera.

Segundo estimativas de Bernoux et al. (2002), o estoque de C dos solos brasileiros na profundidade 0-30 cm, totalmente cobertos por vegetação nativa, nos anos 70 e 80 foi de 36,4 Pg C que corresponde a aproximadamente 5% do estoque de C nos solos do mundo na mesma profundidade.

Além de promover o estoque de carbono a biomassa microbiana é uma importante fonte de nitrogênio, em virtude do ciclo do nitrogênio estar associado à matéria orgânica. O processo de ciclagem do nitrogênio microbiano se dar, a uma velocidade mais rápida, quando comparado a outros elementos. Assim, a biomassa microbiana tem a função de um tampão de nitrogênio no solo, controlando assim, a disponibilidade desse nutriente por meio dos processos de mineralização e imobilização (BARRETO et al., 2008).

De acordo com Pavinato & Rosolem (2008) no solo estão presentes compostos orgânicos como ácidos húmicos e flúvicos, ácido tânico, aminas, compostos aromáticos,

ácidos orgânicos de baixa massa molecular (cítrico, málico, oxálico, tartárico, etc.) e outros. Os ácidos orgânicos de baixa massa molecular aumentam sua concentração no solo rapidamente devido à adição de material vegetal no solo e o carbono orgânico solúvel do solo é composto de 2 a 10% de ácido orgânico de baixa massa molecular. A concentração desses compostos eleva-se durante o período de rápida decomposição dos resíduos orgânicos da planta, após a adição desse material no solo. Observa-se que após o processo de decomposição ocorre uma diminuição desses ácidos no solo. Com a manutenção dos resíduos vegetais sobre o solo dificulta a ação de microorganismos em virtude da diminuição da superfície de contato, com isso, a decomposição torna-se mais lenta. Devido a esta proteção exercida por resíduos vegetais torna-se possível produzir de forma contínua os compostos orgânicos de baixa massa molecular, produzindo efeitos positivos na fertilidade, não apenas no período da decomposição logo após a incorporação, como é o caso do preparo convencional. Devido à aplicação de resíduos vegetais verificam-se melhorias nas características químicas do solo, dentre estas características pode-se citar: a sorção de H e Al na superfície do material vegetal, a complexação do Al por compostos orgânicos, a troca de ligantes entre os grupos funcionais OH⁻ dos oxihidróxidos de Fe e Al e os ânions orgânicos, e o aumento do potencial de oxidação biológica de ânions orgânicos.

Segundo Iwata et al. (2010) nos solos tropicais, como é o caso do Brasil, o carbono orgânico do solo (COS) contribui de forma determinante para aprimorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Neste sentido, o COS é uma fonte de energia para a biomassa microbiana, atua no processo de armazenamento e fornece nutrientes para o solo, disponibiliza água para os vegetais, contribui na formação e estabilização dos agregados, favorece resistência ao solo e melhorias significativas na densidade do mesmo, além de favorecer a troca catiônica. Assim, a adoção de sistemas agrícolas que favoreça a conservação e o incremento do COS contribui positivamente para mitigar as emissões agrícolas de gás carbônico para a atmosfera, reduzindo assim as emissões antrópicas de gases de efeito estufa.

Souza et al. (2012) monitorou o teor de matéria orgânica e contabilizou o estoque de carbono de diversas unidades de solos em áreas de agricultura orgânica. Verificou-se que ocorreu um acréscimo nos teores de matéria orgânica e do carbono do sistema. Na camada de 0 a 40 cm de profundidade, o estoque de carbono elevou-se de 34,57 t ha⁻¹ para 58,19 t ha⁻¹, com a fixação de 23,62 t ha⁻¹ em 10 anos o que correspondeu a 86,62 t ha⁻¹ de CO₂.

Com o objetivo de avaliar as alterações nos atributos físicos e no teor de carbono orgânico em um Argissolo Vermelho-Amarelo, submetido ao sistema de plantio direto e ao

sistema convencional de preparo do solo Hickmann et al. (2012) verificaram que os efeitos do manejo nos atributos físicos e carbono orgânico do solo são mais significativos na camada superficial. Foi observado que o cultivo convencional do solo aumentou a degradação física pela redução da porosidade e aumento da densidade, provocando também a perda de carbono orgânico quando comparado com a floresta natural. Já o sistema de plantio direto melhorou os atributos físicos e recuperou os teores de carbono orgânico total do solo na camada superficial. Resultados semelhantes foram encontrados por Calonego et al. (2012).

A fração viva que forma a matéria orgânica do solo inclui os macroorganismos (15-30%), constituído por minhocas, ácaros, entre outros, e pela biomassa microbiana (60-80%), formada por vírus, bactéria, fungos, entre outros, que corresponde a menos de 4% do carbono orgânico total do solo, e finalmente pelas raízes (5-10%). A fração não viva é formada pelos resíduos e metabólitos de planta, de animais e microorganismos, correspondendo à maior parte do carbono orgânico total do solo, cerca de 98%. Formada por substâncias não húmicas (30% de carbono do húmus) constituída pelos ácidos orgânicos e substâncias húmicas (70% do carbono do húmus) formada pelos ácidos húmicos, flúvicos e huminas (MACHADO, 2005).

A biomassa microbiana do solo corresponde a 5% da matéria orgânica do solo, por apresentar um curto tempo de resistência, ela é alterada rapidamente respondendo as modificações provocadas nos sistemas ambientais. Neste sentido, a biomassa microbiana do solo é determinada pelas condições edafo-climática e qualidade dos resíduos orgânicos, podendo ser: catalisadora, fonte ou reserva de nutrientes, apresentando flutuações sazonais provocadas pela interação entre umidade e a temperatura do solo, aporte de material vegetal, crescimento vegetal, entre outros (RODRIGUES, 1999).

Em estudos realizados por Pulrolnik et al. (2009) foi verificado que os teores de estoques de carbono e nitrogênio tiveram contribuição mais relevante das huminas, do ácido húmico, do ácido flúvico e da matéria orgânica leve, enquanto que a biomassa microbiana do solo contribuiu muito pouco para os estoques destes elementos.

A matéria orgânica desempenha diversas funções no solo, pois possibilitam melhorias de estrutura e aeração, retenção de umidade, incorporação de nutrientes como nitrogênio, enxofre (e outros), aumento do tamponamento do solo (SILVA et al., 1994). De acordo com Passos et al. (2007) ela apresenta constituição lábeis e estáveis, essa divisão é baseada na taxa de decomposição e permite compreender melhor a dinâmica da matéria orgânica no solo. Assim, a matéria orgânica lábil é constituída pelos resíduos de plantas em decomposição,

substâncias não-húmicas não ligadas aos constituintes minerais, formas solúveis em água, macrorganismos (fauna) e biomassa microbiana. A mineralização dos componentes lábeis ocorre rapidamente (semana ou meses), já os componentes estáveis (substâncias húmicas e outras macromoléculas) são bem mais resistentes ao ataque microbiano devido a sua estrutura molecular e pela proteção física.

Independentemente do tipo de sistema de cultivo empregado, a maior parte da matéria orgânica do solo está relacionada a fração mineral, e a maior concentração são encontradas na fração silte e argila (D'ANDRÉA et al., 2004).

Compreender os processos de mineralização, estocagem de C e N na matéria orgânica do solo e o processo de decomposição são determinantes para mitigar as emissões agrícolas de gases de efeito estufa. Visto que, durante a decomposição da matéria orgânica do solo é liberado carbono e nitrogênio e outros componentes, parte destes elementos retornam para a atmosfera na forma de gás, outros componentes permanecem disponíveis para as plantas e outra parte é perdida na forma de lixiviação (WENDLING et al., 2010).

Assim, para mitigar este processo de decomposição e aprimorar o processo de acréscimo dos estoques de carbono do solo, se faz necessário adotar técnicas de manejos com o objetivo de fornecer proteção física da matéria orgânica pela fração mineral durante o processo de desenvolvimento dos agregados. Neste processo de formação os detritos provenientes das culturas conectam-se às partículas do solo, agem assim como agentes de ligação entre as partículas, com isso, são formados novos microagregados provenientes da matéria orgânica protegida pela fração mineral. Assim, a matéria orgânica forma densos complexos livres dos agentes decompositores (SÁ et al., 2001). Neste sentido, a utilização de resíduos vegetais com o objetivo de promover a cobertura do solo tem demonstrado efeito positivo nas condições físicas, químicas e biológicas do solo.

Neste sentido, Silva et al. (2012) comparou os efeitos de diferentes compostos no estoque de carbono do solo em uma Argissolo no Semiárido brasileiro, verificou-se que a adição dos compostos no solo promoveu aumento no estoque de carbono orgânico total do solo em relação às áreas de referência na camada 0-20 cm.

No estudo da matéria orgânica do solo o nitrogênio assim como o carbono, é um elemento relevante no processo de estocagem de gases de efeito estufa no solo. Sua maior concentração está na fração orgânica (mais de 90%), um relevante reservatório com formas mais prontamente disponíveis, como a nítrica e amoniacal (D'ANDRÉA et al., 2004).

Segundo Passos et al. (2007) o nitrogênio é um dos elementos mais limitantes da produtividade vegetal, devido à baixa disponibilidade de nitrogênio e a grande necessidade desse elemento por parte dos vegetais, esse fato é justificado por que 95% ou mais do nitrogênio contido no solo apresenta-se na forma orgânica, sendo uma pequena parte mineralizada. Dessa forma, esse composto está muito mais susceptível a mineralização, quando comparado ao carbono.

Rangel & Silva (2007), relataram que em solos de clima tropical a concentração de nitrogênio pode variar de 0,02 e 0,4%, e em alguns solos, esta pode chegar a 2%. Se o solo não for manejado de forma correta, pode provocar a mineralização da matéria orgânica, podendo converter em um ano, 2 a 5% de nitrogênio orgânico em nitrogênio mineral. A biomassa microbiana contém cerca de 2 a 5% de carbono orgânico e até 5% de nitrogênio total nos solos tropicais. O carbono orgânico apresenta uma rápida ciclagem, o que faz alterar sua concentração, que é influenciada pelos fatores sazonais e de manejo do solo. Por isso, ele pode ser utilizado como identificador mais sensível das alterações na matéria orgânica do solo e da qualidade ambiental. Esses autores conduziram uma pesquisa que procurou avaliar diferentes frações da matéria orgânica do solo e os estoques de carbono e nitrogênio em um Latossolo Vermelho, submetido a diferentes sistemas de manejo (mata nativa, eucalipto, pinus, pastagem e milho). A proporção relativa do CO nas frações da matéria orgânica do solo aumentou na seguinte ordem: C-argila > C-silte > C-areia. Pode se observar que as culturas submetidas ao cultivo convencional, diminuíram sensivelmente a qualidade da matéria orgânica e conseqüentemente os estoques de carbono e nitrogênio.

Neste sentido, Gama-Rodrigues et al. (2005) constataram que o teor de nitrogênio da biomassa microbiana variou de 9,17 a 103,71 Mg.g⁻¹ e que os teores de carbono orgânico da biomassa microbiana variaram de 2,78 a 12,32 Mg g⁻¹, valores influenciados pelas condições climáticas. Segundo os autores a umidade do solo explicou 87% da variação dos teores de N-NO₃⁻ e de nitrogênio total, em torno de 71% do carbono orgânico e de 48 a 55% da variação do carbono da biomassa microbiana e nitrogênio da biomassa microbiana.

Como visto anteriormente, a manutenção e o incremento nas concentrações de carbono orgânico na matéria orgânica do solo depende da intensidade dos processos de adição de resíduos vegetais e da decomposição de resíduos orgânicos. No caso do Brasil que possui um clima tropical, este processo de decomposição ocorre mais rapidamente, cabendo aos agricultores adotar cada vez mais manejos conservacionistas para que os fatores biológicos,

físicos e químicos possam atuar como protetor das frações orgânicas contra os ataques dos microrganismos.

2.5. Estoque de carbono e nitrogênio no solo

Nos ecossistemas terrestres, o sequestro de carbono está relacionado à captura do carbono atmosférico e a prevenção de emissão dos gases de efeito estufa. Para isso, duas alternativas devem ser seguidas para mitigar a emissão de CO₂ para a atmosfera, consiste em proteger os ecossistemas que estocam carbono e manejar os sistemas agropecuários com vista a intensificar a fixação de carbono, esta fixação dar-se tanto no solo quanto na planta. Dessa forma, a quantidade de carbono armazenado no sistema reflete o balanço entre a absorção da planta, a fixação de carbono no solo e as perdas por respiração e decomposição (SOARES et al., 2009).

Em termos mundiais no solo, nos primeiros 100 cm, estão armazenados entre 1.300-2.000 PgC [1 penta grama de Carbono (PgC) = 1 bilhão de toneladas] constituindo assim um importante reservatório de carbono, se comparado com o carbono atmosférico o primeiro corresponde ao dobro da concentração do segundo (LAL, 2003). No caso específico dos solos tropicais eles armazenam em média 506 PgC (ESWARAN et al., 1993), já os solos brasileiros, nos seus primeiros 30cm, armazenam em torno de 30,4 PgC (BERNOUX et al., 2002).

Assim, alterações nos estoques de Carbono do solo podem provocar aumento significativo na concentração de dióxido de carbono na atmosfera, assim como de óxidos de nitrogênio e outros gases (SCHUMAN et al., 2002).

Nunes et al. (2009) avaliou o efeito da queima tradicional e do enleiramento de resíduos orgânico em atributos biológicos de solo sob caatinga, verificaram que o sistema de queima tradicional provocou maior emissão de dióxido de carbono para a atmosfera.

Costa et al. (2008) comparando sistemas de plantio direto e sistema de cultivo convencional verificaram que as emissões de carbono do solo são similares nos diferentes sistemas de manejo, entretanto quando as emissões de carbono são ponderadas em função da

quantidade de C no solo e nos resíduos vegetais, é possível verificar a importância do plantio direto e da inclusão de plantas de cobertura leguminosas na conservação do C do solo.

Saber dos efeitos negativos destas alterações é relevante tendo em vista que em solos sob vegetação natural, o balanço entre as adições e perdas de carbono leva a um estado de equilíbrio dinâmico, no qual praticamente não existe variação no teor de carbono orgânico com o tempo (BAYER & MIELNICZUK, 1999). No entanto, quando estes solos são transformados em áreas agrícolas, verifica-se, em geral, nas regiões tropicais, uma rápida perda de carbono orgânico do solo em decorrência da combinação entre calor e umidade, que facilita a decomposição (SCHOLES & BREEMEN, 1997).

Com o objetivo de calcular os estoques de carbono e nitrogênio no solo sob cultivo de mamona e vegetação nativa da caatinga Fracetto (2012) verificou que os valores de estoque de carbono e nitrogênio no solo foram superiores no sistema de mata nativa em relação às áreas cultivadas com mamona. Corroborando com Giongo et al. (2011) que verificou valores de estoque de carbono mais elevado em áreas de vegetação natural da caatinga em relação ao manejo convencional da Caatinga.

Resultados semelhantes foram encontrados por Conceição et al. (2010) comparando o sistema de mata nativa da caatinga com sistemas convencionais de produção agrícola foi verificado que o carbono orgânico total foi menor no sistema de cultivo convencional. Já no sistema de cultivo orgânico verificou-se um equilíbrio em relação ao sistema de mata nativa.

A adição de carbono devido à fotossíntese dos vegetais e a perda de carbono orgânico devido à oxidação são determinantes na estocagem do carbono orgânico no solo (IPCC, 2001), ou seja, os estoques de C orgânico do solo são definidos pela interação dos fatores que determinam sua formação e aqueles que provocam a sua decomposição (PORTUGAL et al., 2008).

Como visto anteriormente, a conversão de ecossistemas naturais em sistemas agrícolas influenciam diretamente o estoque de carbono no solo (NEILL et al., 1997). Em solos sob vegetação nativa o revolvimento do solo é mínimo, preservando assim o estoque total de carbono no solo. Deste modo, o estoque de carbono florestal é superior às áreas cultivadas, nestas áreas o estoque diminui devido a diversos fatores, podem-se destacar a exposição das frações orgânicas ao ataque de microorganismo, o revolvimento e a erosão do solo (NOBRE & GASH, 1997; TOGNON et al., 1998; SILVA, 1997; D'ANDRÉA, 2002; SILVA et al.,

1994). Essa perda de matéria orgânica influencia negativamente a troca de cátions e a complexação de elementos tóxicos a exemplo do alumínio (MENDONÇA, 1995).

Conceição (2011) identificou os impactos nas propriedades do solo decorrentes de diferentes sistemas de manejo do solo no Vale do Submédio São Francisco, constatou que a remoção da vegetação nativa da Caatinga para implantação de áreas frutícolas promoveu forte redução do teor de matéria orgânica do solo. O manejo convencional promoveu um intenso consumo do estoque de carbono nativo.

Bernardi et al. (2007) procurou avaliar o efeito do cultivo de fruteiras irrigadas nos estoques de C e N de um Neossolo Quartzarênico em Paraipaba, CE. Os estoques de C e N na área com vegetação de Caatinga na camada de 0 a 0,4m foram de 27,6 e 2,4 Mg ha⁻¹, respectivamente. A retirada da vegetação natural e o cultivo das fruteiras levaram a reduções de 5 a 23% e 4 a 21% nos estoques de C e N do solo, respectivamente.

Segundo Carvalho et al. (2010), a conversão adicionada aos efeitos da agricultura contribui com aproximadamente 24 % das emissões mundiais de CO₂, 55 % das emissões de CH₄ e 85% do total das emissões de N₂O para a atmosfera. Já no caso específico do Brasil, as emissões de GEE provenientes das mudanças de uso da terra e agricultura são bem mais acentuadas percentualmente, representando cerca de 75, 91 e 94 % do total de emissões de CO₂, CH₄ e N₂O, respectivamente.

Ao estudar os efeitos negativos da conversão de ecossistemas naturais em sistemas agrícolas Rangel et al. (2008) verificaram que o plantio do solo com caféiro provocou redução nos teores de carbono orgânico até a profundidade de 20 cm, em relação à área não cultivada sob vegetação nativa (mata). Abaixo da camada de 20 cm, os teores de carbono orgânico (CO) e nitrogênio total (NT) e a relação CO/NT do solo, sob caféiro, apresentaram-se próximos aos do solo de mata.

Belizário (2008) ao avaliar as variações nos estoques de carbono do solo, em três tipos de solos (Latosolos, Argissolos e Neossolos) nos estados de Rondônia e Mato Grosso. Obteve resultados que indicavam que na camada 0-30, área sob cultivo convencional, apresentou uma tendência de aumento dos estoques de carbono (51,46 Mg ha⁻¹), no sistema plantio direto (48,76 Mg ha⁻¹), no solo cultivado com pastagem sob diferentes manejos (46,75 Mg ha⁻¹) e o solo cultivado com culturas perenes (46,75 Mg ha⁻¹). Verificou-se que não ocorreram diferenças significativas nos estoques de carbono do solo sob vegetação nativa e nas mudanças de uso para pastagem e agricultura.

Siqueira Neto (2006) avaliou os estoques de carbono e nitrogênio do solo, sob o sistema de plantio direto, pastagem e plantio convencional, no município de Verde - GO em um Latossolo Vermelho distrófico, constatou-se que o sistema de plantio direto promoveu melhoria nos atributos físicos com a redução da compactação do solo e nos atributos químicos com aumento do pH e a disponibilidade de nutrientes nas camadas superficiais do solo. Os estoques de carbono e nitrogênio foram maiores nas áreas cultivadas sob sistema de plantio direto (80 e 4 Mg ha⁻¹, respectivamente). Os menores valores nos estoques de carbono foram 62 e 64 (Mg ha⁻¹) nas áreas sob plantio convencional e pastagem respectivamente. Assim, pode-se concluir que os estoques de carbono e nitrogênio do solo foram alterados com a mudança de uso da terra, em virtude do cultivo do solo ter reduzido a matéria orgânica.

Paula & Valle (2007) quantificaram o estoque de carbono do solo em três pontos de amostragens com diferentes tipos de solo em Manaus – AM, e foi observado maior estoque de carbono nos Argissolos, Latossolos e Espodosolos, verificou-se também que o estoque de carbono do solo diminui exponencialmente com a profundidade. Assim nos três tipos de solos supracitados foram encontrados, respectivamente, os seguintes valores para os estoques de carbono: 11,80-37,85; 14,56-23,43 e 3,64-21,76 g kg⁻¹.

Bernardi et al. (2004) pesquisando estoques de carbono e nitrogênio em um Neossolo Quartzarênio sob cultivo de fruteiras irrigadas e em áreas sob vegetação de Caatinga hiperxerófilo e desmatada a dois anos em diferentes profundidades na região nordeste do Brasil, constataram que os teores de C e N no solo foram significativamente mais altos na camada superficial (0 a 10 cm). O estoque de C e N na área com vegetação de Caatinga foram 36,8 e 3,33 t ha⁻¹. A retirada da vegetação e o cultivo das espécies frutíferas levaram a diminuição no estoque de C (6-23%) e de N (3-20%).

Conceição (2010) pesquisando estoque de carbono em Cambissolo no Semiárido baiano verificou maiores teores de carbono no ambiente sob vegetação de Caatinga, ao comparar com os sistemas sob mamona irrigada, mamona sequeiro, milho irrigado e milho sequeiro, foi observado que o sistema nativo manteve maiores teores de carbono em todas as profundidades em relação aos sistemas agrícolas.

Com o objetivo de avaliar a quantidade de carbono orgânico em área de Caatinga sob diferentes estágios sucessionais nos compartimentos, sub-bosque, serrapilheira e solo em época chuvosa e seca, Souza (2012) coletou amostras de material vegetal no sub-bosque e na serrapilheira e, amostras de solo para determinação de teores de carbono. O solo foi coletado em 04 profundidades, os teores de carbono no solo apresentaram diferenças significativas

quanto aos fatores época. Os resultados demonstram que os maiores teores de carbono orgânico foram encontrados na área de Caatinga Preservada, e as maiores concentrações de carbono foram registradas na época seca. Dentre os compartimentos vegetais, a maior concentração de carbono ocorreu na serapilheira, no solo, a maior concentração de carbono se deu na cama superficial (0-5 cm).

O carbono pode acumular nas frações lábeis da matéria orgânica do solo, podendo implicar a durabilidade do seu efeito quanto à retenção de carbono atmosférico. O estoque de carbono nessas frações tem proporcionado proteção física no interior de agregados, visto que, esse carbono fica inacessível aos microorganismos e suas enzimas (CORAZZA et al., 1999). Protegida no interior dos agregados a matéria orgânica apresenta um tempo de permanência no solo maior do que se comparada com a matéria orgânica livre, sendo que os microagregados exercem maior proteção que os macroagregados (BAYER et al., 2004).

De acordo com Passos et al. (2007) a matéria orgânica do solo é um dos principais agentes de agregação de partículas contidas no solo, assim para preservar essa matéria orgânica em cultivo convencional se faz necessário a estabilização dos macroagregados. Em relação aos microagregados, eles são estabilizados principalmente pela matéria orgânica estável, desse modo, esta estabilidade esta sujeita as características do solo, como textura e mineralogia.

A manutenção e acúmulo da matéria orgânica no solo promovem melhorias na produtividade do solo. Bernardi (2007) procurou avaliar os estoques de carbono e nitrogênio em um Neossolo Quartzarênico em Paraipaba – CE, sob cultivo de fruteiras irrigadas. De acordo com o autor os teores de carbono e nitrogênio foram mais elevados nas camadas superficiais. Foi verificado também que a retirada da vegetação nativa e o cultivo das fruteiras levaram a reduções de 5 a 23% e de 4 a 21% nos estoques de C e N, respectivamente.

Lima (2011) verificou que os sistemas agrofloretais melhoraram as características químicas do solo em relação à agricultura de corte e queima. Constatou-se também aumento nos estoques de carbono e nitrogênio nos sistemas agrofloretais melhorando assim a qualidade do solo.

A manutenção dos resíduos vegetais sobre o solo, aumenta consideravelmente o sequestro de carbono no solo, este acréscimo é condicionado por fatores climáticos (TRIVELIN et al., 2002) e também pela textura do solo. Parte desse carbono que é sequestrado sem a queima pode ser perdido se o solo for exposto a práticas de revolvimento

(RESENDE et al., 2006). Visto que, esse revolvimento provoca a destruição de agregados (pelo fracionamento dos agregados maiores em unidades menores, provocando assim diminuição do diâmetro dos poros e aumento da densidade do solo) expondo a matéria orgânica à ação dos microorganismos decompositores (VASCONCELOS et al., 2010), podendo provocar ainda perdas significativas de solo, e portanto, de matéria orgânica, este fracionamento dos agregados provoca a compactação do solo, podendo causar mudanças significativas na estrutura do solo e alterações nos movimentos de água no interior do solo, na distribuição do ar e calor e no crescimento das raízes (SPAROVEK & SCHNUG, 2001).

Segundo Vasconcelos et al. (2010) as raízes da vegetação criam uma rede que favorece a estabilidade dos agregados, contribuindo para aprimorar a qualidade do solo pela melhoria na estrutura física facilitando a infiltração da água e reduzindo a erodibilidade.

De acordo com Braida et al. (2006), para evitar perdas da matéria orgânica deve ser adotadas práticas de manejo adequado com o objetivo de melhorar a resistência do solo à compactação, a exemplo da manutenção de resíduo vegetal após a colheita, verifica-se um aprimoramento nas condições físicas e químicas do solo. Essa manutenção dos resíduos na superfície do solo proporciona resistências da energia produzida pelo impacto das rodas das máquinas e pelas patas dos animais. Segundo esses autores, o acúmulo de matéria orgânica nos solos provenientes de diferentes sistemas de manejo, reduziu a densidade máxima e aumentou a umidade crítica para compactação do solo, com isso pode-se concluir que o solo tornou-se mais resistente à compactação.

Com o objetivo de avaliar os teores e estoques de carbono orgânico em sistemas agrícolas convencionais e agroflorestais Campanha et al. (2009) concluíram que os sistemas agroflorestais estudados proporcionaram um maior aporte de estoque de carbono no solo, quando comparado aos sistemas convencionais e tradicionais, mostrando que são eficientes na conservação da matéria orgânica no sistema.

Os dados analisados sobre os estoques de carbono e nitrogênio no solo mostram a necessidade da manutenção da vegetação nativa e adoção de um sistema de uso sustentável do solo tendo em vista as necessidades de diminuir as concentrações de gás carbônico na atmosfera. Visto que, como foi discutido anteriormente, nos ecossistemas naturais a fonte de carbono orgânico do solo tem uma única origem, ou seja, os resíduos vegetais da vegetação nativa, enquanto nos agroecossistemas, a maior parte do carbono do solo apresenta no mínimo duas fontes: a remanescente da vegetação nativa e a produzida pela decomposição dos resíduos vegetais de uma ou mais culturas introduzidas, podendo alterar significativamente as

concentrações da matéria orgânica do solo. Neste sentido, as mudanças do uso da terra modificam os ciclos dos elementos no solo, com alterações nos fluxos dos gases do efeito estufa (GEE). Estas alterações provocam emissões dos GEE o que aumenta as concentrações destes gases na atmosfera. Para evitar aumento nas emissões e incrementar o dreno de carbono no solo o setor agrícola torna-se um meio estratégico para o Brasil. Neste sentido, a manutenção da floresta nativa e adoção de sistemas conservacionistas de uso da terra podem proporcionar aumento significativo nos estoques de carbono e nitrogênio do solo, atendendo assim a demanda mundial pela redução das emissões dos gases de efeito estufa.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e descrição da área de estudo

A microbacia hidrográfica do Riacho Val Paraíso encontra-se geograficamente inserida na porção Noroeste do estado da Paraíba, delimitada pelos paralelos de $6^{\circ}37'54''$ a $6^{\circ}46'29''$ de latitude Sul e meridianos de $38^{\circ}15'21''$ a $38^{\circ}25'12''$ de longitude Oeste. Localiza-se entre os municípios de São João do Rio do Peixe - PB e Sousa - PB (Figura 01), distanciando-se aproximadamente 460 e 430km, respectivamente, da capital João Pessoa.

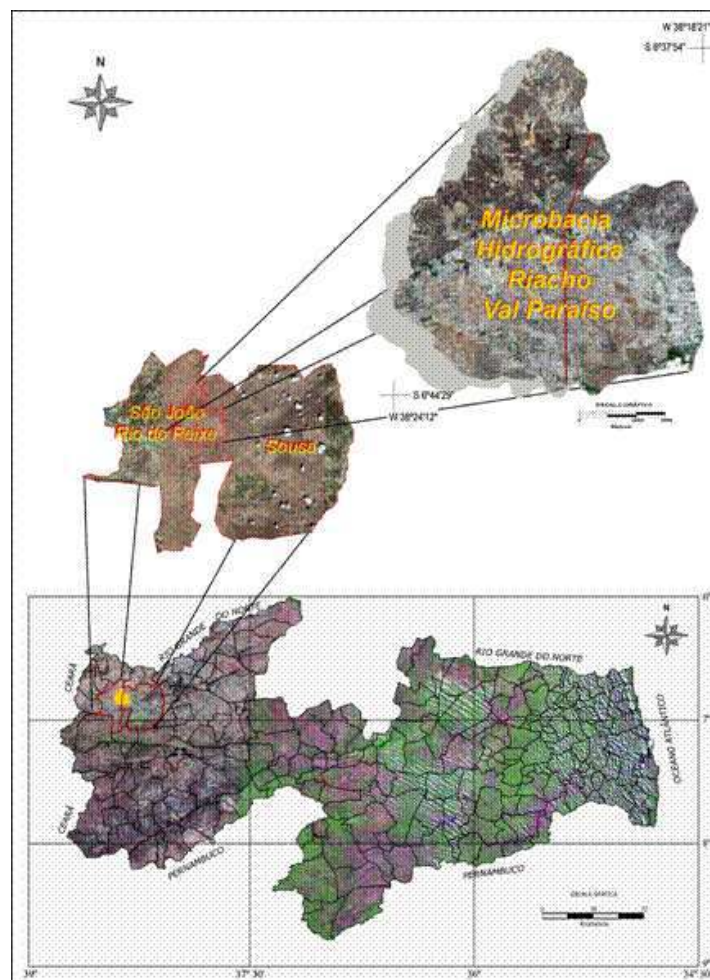


Figura 01- Localização da Microbacia Hidrográfica do Riacho Val Paraíso. Fonte: Fernandes Neto (2009)

A microbacia Val Paraíso apresenta uma área de 7.962,97 ha ou 79,63 km², ou seja, uma área territorial maior que muitos municípios paraibanos. Dos 79,63 km² de área da microbacia, 51% encontram-se inseridos no município de São João do Rio do Peixe- PB e 49% no município de Sousa- PB. Val Paraíso encontra-se na região do Alto Piranhas, dentro da sub-bacia hidrográfica do Rio do Peixe que por sua vez pertence à bacia hidrográfica do Rio Piranhas Açu - RN, esta bacia é considerada uma das mais importantes bacias hidrográficas dos estados nordestinos (FERNANDES NETO, 2009).

Na região onde se encontra a microbacia hidrográfica Val Paraíso, Semiárido paraibano, o clima dominante de acordo com Gaussen é do Tipo 4aTh, clima tropical quente de seca acentuada, podendo atingir mais de 35°C em épocas de temperaturas mais elevadas, nos meses de setembro a novembro e temperaturas mais amenas, com valores pouco acima de 20°C, entre os meses de maio a agosto. A vegetação é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia. Quanto aos tipos de solos presentes na microbacia Val Paraíso, Fernandes Neto (2009) identificou predomínio da associação de Vertissolos + Planossolos Halomórficos (Figura 02).

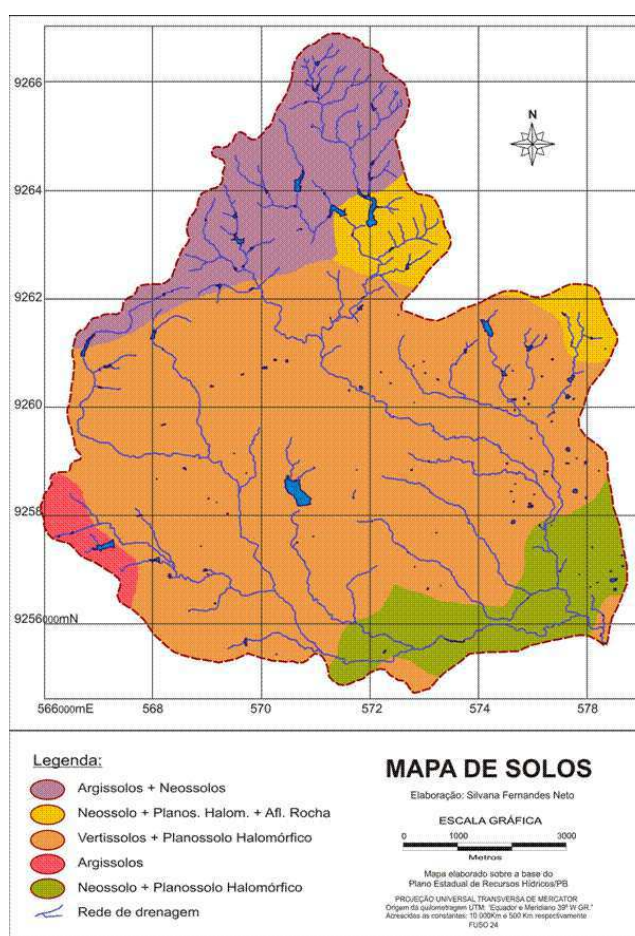


Figura 02. Distribuição de solos na Microbacia Val Paraíso. Fonte: Fernandes Neto (2009)

As características granulométricas do solo, avaliado na presente pesquisa, nos diferentes ambientes são mostradas na Tabela 01.

Tabela 01. Granulometria do solo (g kg^{-1}) para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Ambientes	Argila	Areia	Silte
Profundidade: 0-10 cm			
VN	427,60	255,08	317,32
VR	410,03	237,10	352,86
P	420,19	331,95	247,87
AA	465,17	302,19	232,64
AP	444,86	275,89	279,24
Profundidade: 10-20 cm			
VN	432,47	313,67	253,86
VR	396,43	284,63	318,95
P	435,42	287,88	276,71
AA	435,62	260,66	303,72
AP	499,09	226,75	274,17
Profundidade: 20-30 cm			
VN	440,94	236,91	322,15
VR	405,32	247,91	346,77
P	408,41	314,89	276,71
AA	402,42	286,25	311,33
AP	445,78	318,14	236,09
Profundidade: 30-40 cm			
VN	441,92	263,61	294,48
VR	410,91	295,22	293,87
P	426,89	300,77	272,34
AA	396,63	264,11	339,26
AP	455,93	285,13	258,94

VN= vegetação nativa; VR= vegetação rala; P= pastagem; AA= agricultura anual; AP= agricultura permanente

A microbacia Val Paraíso abrange várias comunidades, como: Val Paraíso, Morumbira, Barracão, Fazenda Nova, Várzea da Jurema, Recanto, Sagui, Piau, Fazenda do Padre, Umburanas e Baixio dos Albuquerque.

3.2. Escolha e caracterização das áreas de estudo

Na área de estudo foram selecionados os seguintes ambientes:

1. Vegetação nativa – áreas cobertas por vegetação natural arbórea (considerado testemunha);
2. Agricultura anual - constituída por áreas de lavouras temporárias, com predominância do cultivo de milho e feijão;
3. Agricultura permanente - constituídas por áreas de lavouras com cobertura vegetal alta, compostas basicamente por culturas permanentes, com predominância do cultivo de goiabeira, coqueiro, palma forrageira, mangueira e mamoeiro;
4. Vegetação rala - áreas constituídas por cobertura de vegetação natural típica da caatinga;
5. Pastagem - áreas cobertas por uma vegetação rala e/ou plantada.

A Figura 03 apresenta a localização dos pontos de coleta de dados. As coordenadas exatas de todos os perfis em estudo foram obtidas por meio de um sistema global de posicionamento (GPS), garantindo a possibilidade de reamostragem no local exato.

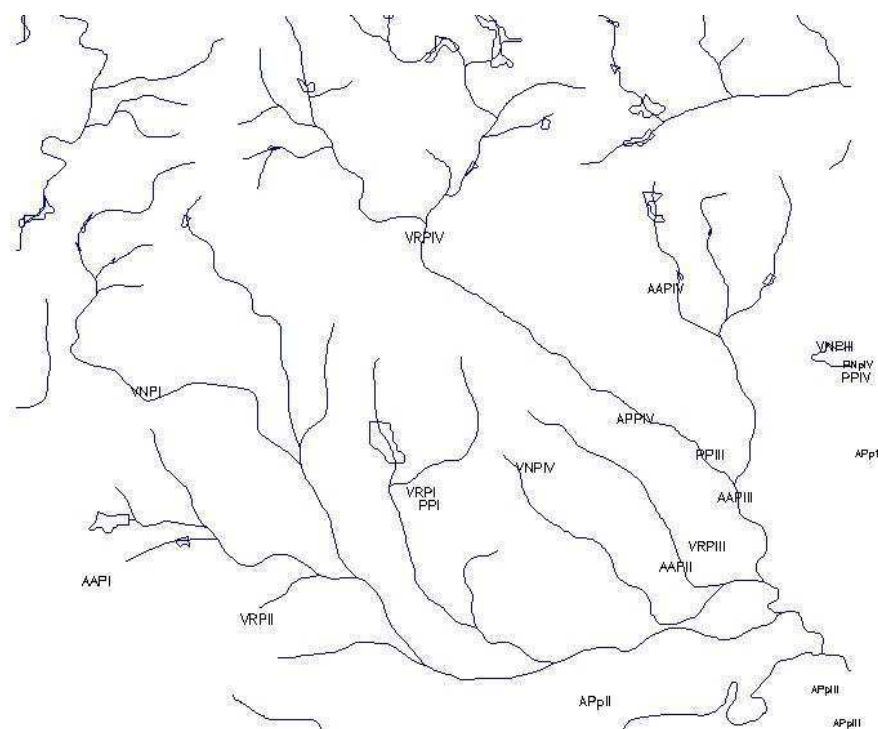


Figura 03. Localização dos pontos de coleta de solo

3.3. Amostragem do solo

A amostragem foi realizada nos meses de julho e agosto de 2012. Inicialmente, através de visitas a campo, foi selecionada a área de solo mais representativo (Vertissolos). Nesta área foram selecionadas quatro subáreas representativas para cada ambiente, tendo-se o cuidado de que ocorra mesma classe de solo (Vertissolos). Em cada uma destas subáreas, foi aberta uma trincheira para caracterização química e física do solo e coleta de amostras. Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas nas profundidades 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm. Em cada trincheira foi coletada uma amostra deformada para cada profundidade e duas repetições de amostras indeformadas.

As amostras indeformadas foram coletadas em anel volumétrico de $90,21 \text{ cm}^3$ para a determinação da densidade do solo (Figura 04) e as amostras deformadas foram utilizadas para caracterização química das amostras e determinação do carbono presente nas mesmas.



(a)



(b)

Figura 04. Anéis volumétricos fixados no solo(a); Retirada do anel volumétrico para amostragem indeformadas de solo (b)

As amostras de solo deformadas, depois de serem secas ao ar e passadas em peneira de 2 mm, foram caracterizadas física e quimicamente de acordo com as metodologias recomendadas por Embrapa (1997).

3.4. Análise físico-química do solo

As análises físico-químicas do solo foram realizadas para todas as áreas amostradas. O complexo sortivo foi avaliado de acordo com Embrapa (1997). Foram determinados os valores de pH, condutividade elétrica e densidade de todas as amostras. Para análise do pH e condutividade elétrica foi pesada 10 gramas de solo em seguida foram adicionados 10ml de água destilada agitando-se a mistura e deixando em repouso por 1 hora, transcorrido o tempo determinado, a mistura foi agitada mais uma vez com o auxílio de um bastão de vidro e procedeu-se a leitura de todas as amostras no peagâmetro e no condutivímetro. Para cálculo da densidade foram coletadas amostras indeformadas em cilindros de 90,21 cm³, nas respectivas profundidades, no laboratório estas amostras foram secas em estufa a 65°C, após secagem foi determinada a massa de solo seco. Com o peso seco da amostra e o volume conhecido do cilindro pode-se obter a densidade, conforme equação 1.

$$d = m/v \quad \text{eq. (1)}$$

Em que: d= densidade, m= peso do solo seco (g) e v= volume do cilindro (cm³).

3.5. Determinação do estoque de carbono e nitrogênio no solo

Após pesagem de 0,5 g de solo para cada profundidade em todos os perfis, o carbono orgânico total (COT) foi quantificado por oxidação da matéria orgânica via úmida, empregando solução de dicromato de potássio em meio ácido, com fonte externa de calor (YEOMANS & BREMNER, 1988).

A porcentagem de carbono orgânico total foi quantificada pela expressão:

$$\%COT = (40)/PB \times (40 - vg) \times 0,06 \text{eq (2)}$$

Em que: %COT é o teor de carbono orgânico total (%), PB é a prova em branco e vg é o volume gasto na titulação.

A matéria orgânica foi quantificada pela expressão:

$$MO = \%COT \times 1,724 \quad \text{eq (3)}$$

Em que: M.O. é o valor da matéria orgânica e %COT é o teor de carbono orgânico total.

O valor do nitrogênio total foi quantificado pela expressão:

$$NT = MO/10 \quad \text{eq (4)}$$

Em que: N.T. é o valor do nitrogênio total e M.O. é o valor da matéria orgânica.

O estoque de COT, em todas as profundidades consideradas, foi calculado a partir da expressão:

$$EstC = (COT \times Ds \times e)/10 \quad \text{eq. (5)}$$

Em que: EstC é o estoque de C orgânico em determinada profundidade ($Mg \text{ ha}^{-1}$); COT é o teor de C orgânico total ($g \text{ kg}^{-1}$); Ds é a densidade do solo ($kg \text{ dm}^{-3}$), determinada a partir de amostras indeformadas, segundo Blake & Hartage (1986); e é a espessura da camada considerada (cm).

Contudo, como neste estudo o objetivo foi comparar diferentes ambientes com o ambiente de referência, e uma vez que as áreas amostradas apresentaram valores significativamente diferentes na densidade do solo, optou-se pela correção do estoque de C do solo por uma massa fixa, ou seja, considerando uma densidade de solo igual a 1 g cm^{-3} , seguindo os cálculos apresentados por Sisti et al. (2004):

$$Ec = \sum_{n-i} E + \{ [M_{ai} - (\sum_n M_a - \sum_n M_r)] Q_i \} \quad \text{eq. (6)}$$

Em que Ec é o estoque corrigido de C ou N pela massa de solo ($Mg \text{ ha}^{-1}$); $\sum_{n-i} E$ é o somatório dos estoques das camadas, sem a última camada amostrada; M_{ai} é a massa de solo da última camada de solo amostrado; $\sum_n M_a$ é o somatório da massa total de solo amostrada; $\sum_n M_r$ é o somatório da massa de solo de referência; e Q_i é o teor de C ou N na última camada amostrada.

O estoque de NT do solo foi calculado de maneira semelhante ao estoque de carbono, a partir da expressão:

$$EstN = (NT \times Ds \times e) \quad \text{eq (7)}$$

Em que: EstN é o estoque de N total do solo em determinada profundidade (Mg ha^{-1});
NT é o teor de N total (dag kg^{-1}).

3.6. Diagnóstico socioeconômico e ambiental na Microbacia Hidrográfica do Riacho Val Paraíso

3.6.1. Diagnóstico socioeconômico

A metodologia utilizada para obtenção dos resultados foi a confecção de um questionário adaptado de Rocha (1997) para ser aplicado junto aos agricultores da microbacia hidrográfica Val Paraíso, a referida metodologia foi adaptada para o contexto do Semiárido brasileiro por Sousa (2010). A metodologia consiste em levantar e analisar, em nível de identificação familiar, a situação social, econômica e tecnológica. Os fatores e variáveis analisados são apresentados na Tabela 03. Esses fatores receberam notas de 1 a 10, conforme o grau de deterioração. O valor maior escore representa maior deterioração e o valor menor, menor deterioração.

Os resultados foram avaliados e distribuídos obedecendo às recomendações de Rocha (1997) como segue:

Diagnóstico socioeconômico:	Social + econômico + tecnológico
Total do fator social	Do código 1.1 a 4.2
Total do fator econômico	Do código 5.1 a 8.7
Total do fator tecnológico	Do código 9.1 a 10.3

Foi realizada a tabulação dos dados agrupando-se os códigos de maior frequência e repetindo-os. Esta maior frequência se denomina “moda”.

Tabela 02. Variáveis pesquisadas

Fator	Variáveis
Social	Demográfica; habitação; Participação em Organização (Associação) e salubridade rural.
Econômico	Produção; animais de trabalho; animais de produção; comercialização, crédito e rendimento
Tecnológico	Tecnológica e Maquinário e verticalização da produção (Industrialização Rural).

3.6.2. Diagnóstico ambiental

Neste diagnóstico foram levantados todos os elementos que estão poluindo o ambiente, de maneira direta. Nesta etapa, foram utilizados 16 indicadores de poluição ambiental, conforme Rocha (2001). Para as respostas dos indicadores “sem orientação técnica”, “com orientação técnica” e “não se aplica tal indicador na área experimental” foram empregados um código de maior (código 3), de médio valor (código 2) e um menor valor (código 1) representando maior, menor ou ausência de deterioração ambiental, respectivamente.

As coordenadas exatas de todas as propriedades em estudo foram obtidas por meio de um sistema global de posicionamento (GPS), garantindo a possibilidade de reamostragem no local exato (Apêndice 01).

3.6.3. Determinação do número de propriedades a serem visitadas

O número de propriedades visitadas obedeceu à relação estipulada por Rocha (1997) que estabelece como ideal de visitação para a microbacia, o número de propriedades determinado pela expressão:

$$n = \frac{3,841 \times N \times 0,25}{(0,1)^2 \times (N-1) + 3,841 \times 0,25} \text{eq. (8)}$$

Em que:

n é número de visitas a serem realizadas pelo pesquisador;

3,841 é a constante do valor tabelado proveniente do qui – quadrado;

0,25 é a variância máxima para o desvio padrão de 0,5;

0,1 é o erro (10%) escolhido pelo pesquisador;

N é o número total de casa (moradias) na unidade considerada.

3.6.4. Determinação da deterioração socioeconômica e ambiental

Para a tabulação dos dados foi atribuído códigos para cada item do questionário. Quanto maior for o número, maior a degradação do fator e, quanto menor o número, menor também será a degradação ambiental.

Para se determinar os percentuais de deterioração (y), foi utilizada a equação da reta: $y = ax + b$, em que y varia de 0 a 100 (zero a 100% da deterioração). Os valores mínimos x e os máximos x' definem os valores do modelo a e b , respectivamente.

As unidades críticas de deterioração foram determinadas a partir da equação da reta utilizando-se os valores dos códigos máximo e mínimo e o valor significativo encontrado na região, a moda. A deterioração pode variar de zero a 100%.

y - unidade crítica de deterioração (%)

x - valor modal encontrado

x' e x'' - valores mínimos e máximos, respectivamente

a e b - coeficiente da equação da reta

3.6.4.1. Cálculo da reta de deterioração real

Resultado dos cruzamentos das ações propostas com os fatores ambientais. Os valores de y variam de 0 a 100 (zero a 100% de deterioração):

$$y = ax + b$$

tem-se:

$y = ax + b$, onde $y = 0\%$ de deterioração, quando $x =$ valor mínimo (valor mínimo = 1 de cada ação proposta x número de ação, o que corresponde a 1 para a magnitude e a 1 para a importância do impacto):

$y = ax' + b$, onde $y = 100\%$ de deterioração, quando $x =$ valor máximo (valor máximo = 10 de cada ação proposta x número de ações, o que corresponde a 10 para a magnitude e a 10 para a importância do impacto). donde:

$x =$ valor significativo encontrado

$y =$ unidade crítica de deterioração real

3.6.5. Determinação do número de classes e categorização

Para definição do número de classes e posterior categorização do nível de deterioração utilizou-se a definição de classes proposta por Sturges (1926), na presente pesquisa utilizou-se as adaptações realizadas por Abreu (2013), conforme expressão a seguir:

$$k = 1 + 3,3 \log_{10} (n) \quad \text{eq. (9)}$$

Em que:

k é o número de classes

n é o tamanho da amostra

A amplitude (A) de cada fator analisado foi obtida conforme expressão a seguir:

$$A = V_{\text{máx}} - V_{\text{min}} \quad \text{eq. (10)}$$

Em que:

A é a amplitude de cada fator

$V_{\text{máx}}$ é o somatório dos valores máximo encontrados para o fator

V_{min} é o somatório dos valores mínimos encontrados para o fator

A amplitude do intervalo de classes em cada fator analisado foi determinada pela expressão:

$$h = A/keq. (11)$$

Em que:

h é a amplitude do intervalo de classes

k é o número de classes

A é a amplitude do fator analisado

3.7. Análise estatística

Os dados, referentes ao diagnóstico socioeconômico e ambiental e a caracterização física e química do solo, foram analisados através da estatística descritiva calculando-se as medidas de posição (média, mediana e moda), de dispersão (valor máximo, valor mínimo e coeficiente de variação). Os dados referentes à caracterização física e química do solo foram submetidos à análise de variância de medidas repetidas no espaço (profundidades). Utilizaram-se a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey a 5 % de probabilidade para comparação das médias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Caracterização química das amostras de solo dos diferentes ambientes

O resumo das análises de variância referente aos atributos químicos do solo nos diferentes ambientes (locais) e nas diferentes profundidades encontra-se na Tabela 03. Com relação aos locais, os valores de pH foram significativos a 1% de probabilidade e os teores de potássio (K) e condutividade elétrica (CE), foram significativos aos níveis de 5% de probabilidade; em relação a profundidade, observou-se efeito significativo dos resultados de hidrogênio H ao nível de 5% de probabilidade, e dos resultados de sódio (Na), potássio (K) e pH, ao nível de 1% de probabilidade. No entanto, para a interação ambiente x profundidades, verificou-se diferença significativa apenas para os teores de hidrogênio (ao nível de 5 % de probabilidade), indicando dependência dos fatores.

Tabela 03. Resumos das análises de variância dos atributos químicos do solo.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio									
		Ca	Mg	Na	K	H	Al	P	pH	CE	SB
Locais	4	122,02	28,53	8,31	0,15*	0,16	0,00	28,06	1,47**	0,006*	115,11
Res.(a)	12	53,51	22,14	7,59	0,05	0,06	0,00	20,29	0,21	0,002	81,31
Prof.	3	2,10	2,79	6,73**	0,10**	0,32*	0,00	0,87	1,63**	0,001	10,46
Prof. X Loc.	12	13,28	4,58	1,86	0,01	0,13*	0,00	7,35	0,14	0,0006	7,76
Res.(b)	36	7,12	2,67	1,30	0,008	0,06	0,00	9,40	0,15	0,001	4,88

*, **; Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

4.1.1. pH do solo

De acordo com Belizário (2008), o pH é o mecanismo empregado para identificar a acidez do solo, ou seja, identifica-se através desta técnica a concentração de íons hidrogênio

na solução de solo. Os valores de pH estão diretamente relacionados à saturação de bases, portanto, quanto menor for os valores do pH menor será a proporção de bases ocupando o complexo coloidal do solo, indicando assim a necessidade de correção da acidez do solo. Neste sentido, o pH é um relevante indicador das propriedades químicas do solo, por apresentar capacidade de interferir na disposição e liberação de vários elementos químicos indispensáveis ao desenvolvimento das plantas.

Independentemente da profundidade das amostras de solo, de acordo com os valores mínimo (6,30) e máximo (8,86), de pH (Tabela 04), constata-se que o solo da região em estudo, como um todo, apresentaram reação, variando de moderadamente ácida à alcalinidade elevada, conforme Cardoso et al. (2009) e Lopes & Guilherme (2004). A vegetação nativa apresentou valores de máximo e mínimo de 6,70 e 8,08; vegetação rala, 6,30 e 8,15; pastagem, 6,70 e 7,80; agricultura anual, 6,60 e 8,86 e agricultura permanente, 7,60 e 8,17, respectivamente.

Tabela 04. Resultados da análise estatística descritiva de pH do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Ambientes	Média	Mediana	D. P.	Mín.	Máx.	C. V.
						%
Profundidade: 0-10 cm						
VN	6,91	6,87	0,23	6,70	7,20	3
VR	6,75	6,74	0,47	6,30	7,23	7
P	6,93	6,91	0,21	6,70	7,22	3
AA	7,41	7,62	0,57	6,60	7,82	8
AP	7,91	7,94	0,24	7,60	8,17	3
Profundidade: 10-20 cm						
VN	7,16	7,15	0,01	7,06	7,28	1
VR	7,04	7,07	0,28	6,70	7,32	4
P	7,26	7,33	0,32	6,85	7,52	4
AA	7,57	7,51	1,07	6,42	8,86	14
AP	7,87	7,88	0,05	7,80	7,92	0,7
Profundidade: 20-30 cm						
VN	7,65	7,59	0,28	7,40	8,03	4
VR	7,11	7,19	0,29	6,70	7,36	4
P	7,61	7,69	0,24	7,25	7,80	3
AA	7,75	7,85	0,82	6,67	8,63	11
AP	7,86	7,85	0,15	7,70	8,05	2
Profundidade: 30-40 cm						
VN	7,93	7,90	0,11	7,83	8,08	1
VR	7,55	7,49	0,47	7,08	8,15	6
P	7,75	7,83	0,22	7,43	7,90	3

AA	8,11	8,03	0,27	7,90	8,50	3
AP	7,91	7,90	0,09	7,80	8,03	1

VN= vegetação nativa; VR= vegetação rala; P= pastagem; AA= agricultura anual; AP= agricultura permanente; D.P.=desvio padrão; Mín.= mínimo; Máx= máximo; CV= coeficiente de variação.

Esses níveis de pH são decorrentes principalmente, dos altos teores das bases trocáveis encontradas no solo da área de estudo. Dentre os fatores que podem ter contribuído para esses altos teores, destaca-se as características do solo, Vertissolo, e o clima regional. Este solo é jovem, pouco intemperizado muito argiloso, com argilo-minerais (2:1) expansíveis e localizado em região semiárida. Dessa forma, à origem e sua baixa permeabilidade, dificulta a drenagem e a baixa precipitação pluviométrica da região inibe a lixiviação dos elementos químicos.

O Coeficiente de Variação (CV) deve ser utilizado como parâmetro para validar os valores médios encontrados uma vez que, segundo Vanni (1998), o coeficiente de variação acima de 35% revela que a média tem pouco significado e os valores maiores que 65% refletem série de dados muito heterogênea, anulando a confiabilidade da média. De acordo com a classificação do CV proposta por Warrick & Nielsen (1980), os valores de pH do solo para todos os sistemas de exploração agropecuária em todas as profundidades foram baixos (CV < 12%), com exceção do ambiente agricultura anual na profundidade de 10-20, corroborando Cavalcante et al. (2007), Souza et al. (2008) e Neves Neto et al. (2013). Isto pode ser atribuído ao fato desta variável ser mensurada em uma escala pequena de valores e ser uma função logarítmica.

As áreas sob cultivo agrícola mostraram os maiores valores de pH (Tabela 05), provavelmente como resultado dos efeitos residuais das intervenções antrópicas mais acentuadas ao longo dos ciclos das lavouras, resultados discordantes foram encontrados por Melo et al. (2010). Estes autores não observaram diferenças significativas no valor do pH do solo em função de diferentes formas de uso na microbacia do Riacho do Tronco em Boa Vista no Estado da Paraíba.

Tabela 05. Valores médios dos atributos químicos do solo em função do tipo de atividade (ou área).

Atributos	Tipo de atividade (ou área)				
	Vegetação nativa	Vegetação rala	Pastagem	Agricultura anual	Agricultura permanente
pH	7,41ab	7,11b	7,39ab	7,71a	7,89a
C.E ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	0,09a	0,08a	0,09a	0,12a	0,12a

Ca (cmol _c kg ⁻¹)	22,58a	17,43a	22,37a	20,47a	24,82a
Mg (cmol _c kg ⁻¹)	9,21a	11,12a	9,56a	12,50a	11,13a
Na (cmol _c kg ⁻¹)	1,13a	2,42a	1,09a	2,63a	2,11a
K (cmol _c kg ⁻¹)	0,41b	0,55ab	0,47ab	0,52ab	0,67a
S (cmol _c kg ⁻¹)	33,49a	31,78a	33,48a	36,11a	38,61a
Al (cmol _c kg ⁻¹)	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
T (cmol _c kg ⁻¹)	32,78a	32,03a	33,58a	36,17a	38,61a
P (mg dm ⁻³)	52,10a	52,47a	54,38a	54,16a	55,21a

pH= pH do solo; C.E.= condutividade elétrica; Ca= teor de cálcio; Mg= teor de magnésio; Na= teor de sódio; K= teor de potássio. Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação.

De modo geral pode-se observar, na Figura 05 e na Tabela 06, que o pH do solo aumentou com a profundidade em todos os perfis o que, provavelmente, está relacionado à elevação das concentrações de íons carbonatos e bicarbonatos de cálcio não apresentados neste trabalho, conforme Chaves et al. (1998). Variações semelhantes foram observada por Corrêa et al. (2003) e Chaves et al. (2007). No entanto, discordando de Barros et al. (2011) que verificaram aumento da acidez com o aumento da profundidade em um Argissolo.

Tabela 06. Valores médios dos atributos químicos do solo em função da profundidade.

Atributos	Profundidade (cm)			
	(0-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)	(30-40 cm)
pH	7,18c	7,38bc	7,60ab	7,85a
C.E (μS cm ⁻¹)	0,11a	0,11a	0,09a	0,10a
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	21,00a	21,63a	21,58a	21,92a
Mg (cmol _c kg ⁻¹)	11,25a	10,50a	10,62a	10,44a
Na (cmol _c kg ⁻¹)	1,18b	1,66ab	2,15b	2,51a
K (cmol _c kg ⁻¹)	0,61a	0,54b	0,45c	0,49bc
S (cmol _c kg ⁻¹)	34,04a	34,22a	34,86a	35,64a
Al (cmol _c kg ⁻¹)	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
T (cmol _c kg ⁻¹)	34,29a	34,33a	34,48a	35,44a
P (mg dm ⁻³)	53,95a	53,69a	53,48a	53,53a

pH= pH do solo; C.E.= condutividade elétrica; Ca= teor de cálcio; Mg= teor de magnésio; Na= teor de sódio; K= teor de potássio. Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade.

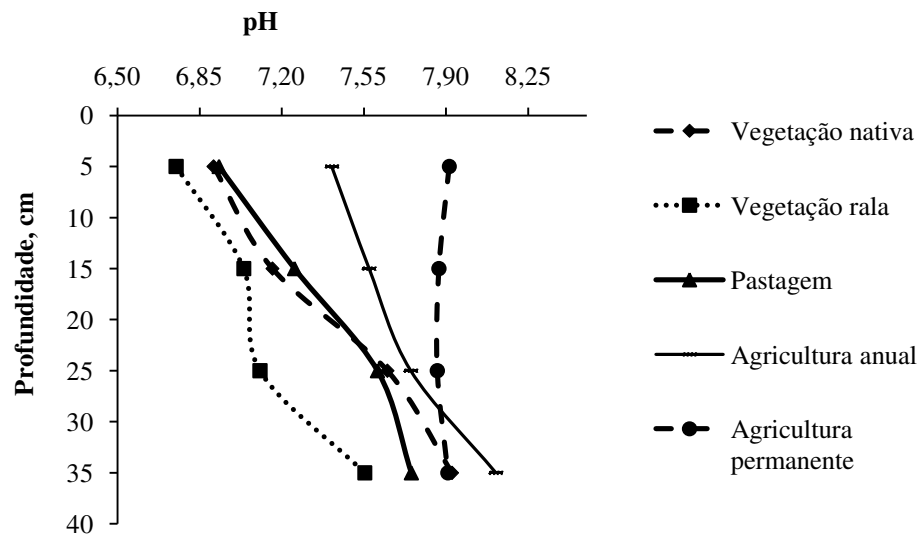


Figura 05. pH do solo para cada área (vegetação nativa (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Resultados semelhantes aos encontrados na presente pesquisa foram verificados por Menino (2013) ao avaliar os atributos químicos do solo nas várzeas de Sousa – PB identificou valores de pH variando de moderado básico à alta alcalinidade, com tendência de aumento da basicidade com o aumento da profundidade.

4.1.2. Condutividade elétrica do solo

De acordo com Santana et al. (2007), a condutividade elétrica expressa a quantidade de sais presentes em solução do solo, sendo assim quanto maior a quantidade de sais presente na solução maior será o valor da condutividade elétrica.

De acordo com a classificação de Warrick & Nielsen (1980), os coeficientes de variação (Tabela 07) apresentaram tendência a valores médios ($12\% < CV < 65\%$), apresentando também valores baixos ($CV < 12\%$).

Tabela 07. Resultados da análise estatística descritiva de condutividade elétrica do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Ambientes	Média	Mediana	D. P.	Mín.	Máx.	CV
	----- mmhos/com-----					%
Profundidade: 0-10 cm						
VN	0,10	0,10	0,02	0,08	0,12	18
VR	0,09	0,09	0,02	0,06	0,10	23
P	0,09	0,09	0,008	0,08	0,10	9
AA	0,13	0,13	0,03	0,09	0,17	26
AP	0,15	0,14	0,04	0,11	0,21	30
Profundidade: 10-20 cm						
VN	0,01	0,01	0,04	0,06	0,13	37
VR	0,08	0,065	0,03	0,06	0,12	37
P	0,10	0,09	0,02	0,08	0,13	25
AA	0,15	0,13	0,09	0,07	0,27	58
AP	0,13	0,13	0,03	0,09	0,15	21
Profundidade: 20-30 cm						
VN	0,08	0,08	0,02	0,06	0,11	31
VR	0,08	0,08	0,01	0,06	0,09	17
P	0,09	0,09	0,03	0,06	0,14	37
AA	0,10	0,10	0,03	0,07	0,14	32
AP	0,12	0,1	0,05	0,09	0,20	43
Profundidade: 30-40 cm						
VN	0,09	0,09	0,02	0,07	0,12	24
VR	0,09	0,09	0,03	0,07	0,14	31
P	0,09	0,075	0,03	0,06	0,13	37
AA	0,12	0,12	0,01	0,11	0,13	8
AP	0,10	0,10	0,02	0,08	0,12	18

VN= vegetação nativa; VR= vegetação rala; P= pastagem; AA= agricultura anual; AP= agricultura permanente; D.P.=desvio padrão; Mín.= mínimo; Máx= máximo; CV= coeficiente de variação.

Aparentemente os valores da condutividade elétrica são mais elevados nos tratamentos sob agricultura(Figura06), entretanto, estes resultados em função dos tratamentos não apresentam diferença significativa entre os ambientes estudados (Tabela 05). Quanto às profundidades, nota-se que não há diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 06) com o aumento da profundidade no perfil do solo.

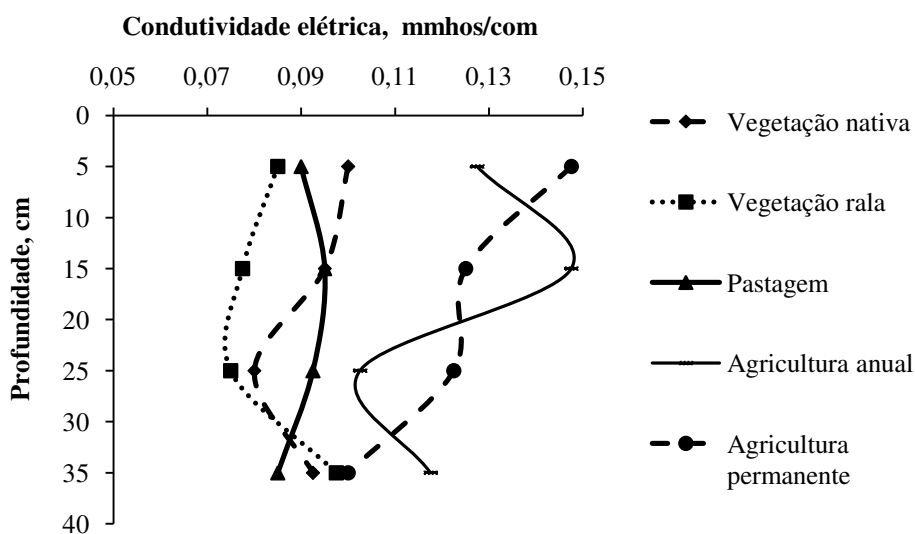


Figura 06. Condutividade elétrica do solo para cada área (vegetação nativa (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

4.1.3. Cálcio do solo

Para todos os ambientes estudados e em todas as profundidades (Tabela 08), os teores de cálcio (Ca) foram classificados como elevados (LOPES & GUIDOLIN, 1989), corroborando com Melo et al. (2010) e Chaves et al. (2006). Considerando-se que níveis de 2 a 3 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de Ca (RAIJ, 1981) são adequados para o desenvolvimento das culturas, pode-se afirmar que nas áreas de estudo não existem deficiências desse elemento. Com relação ao coeficiente de variação de acordo com Warrick & Nielsen (1980), os coeficientes de variação (Tabela 08) apresentaram tendência a valores médios ($12\% < CV < 65\%$), apresentando também valores baixos ($CV < 12\%$).

Tabela 08. Resultados da análise estatística descritiva de cálcio do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Ambientes	Média	Mediana	D. P.	Mín.	Máx.	CV
	----- $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ -----					%
Profundidade: 0-10 cm						
VN	20,03	18,73	5,80	15,30	27,36	29

VR	16,09	15,30	1,88	14,90	18,86	12
P	21,63	20,58	3,96	18,38	26,97	18
AA	21,74	21,66	2,70	19,00	24,66	12
AP	25,53	24,70	3,09	23,08	29,65	12
Profundidade: 10-20 cm						
VN	20,22	19,59	6,38	13,79	27,91	32
VR	17,68	17,55	4,86	12,20	23,43	27
P	23,45	24,83	4,80	16,55	27,62	20
AA	22,31	23,67	4,09	16,44	25,45	18
AP	24,48	24,40	0,90	23,45	25,62	4
Profundidade: 20-30 cm						
VN	24,05	24,58	6,61	15,51	31,54	27
VR	17,46	16,77	3,70	13,73	22,57	21
P	22,78	24,34	3,94	17,04	25,4	17
AA	19,14	20,00	5,52	11,63	24,94	29
AP	24,48	23,85	1,97	22,86	27,35	8
Profundidade: 30-40 cm						
VN	26,01	26,07	1,57	24,33	27,55	6
VR	18,50	18,31	3,78	14,27	23,12	20
P	21,62	22,17	6,29	14,22	27,94	29
AA	18,70	20,44	5,52	10,70	23,23	30
AP	24,78	24,61	2,33	22,20	27,72	9

VN= vegetação nativa; VR= vegetação rala; P= pastagem; AA= agricultura anual; AP= agricultura permanente; D.P.=desvio padrão; Mín.= mínimo; Máx= máximo; CV= coeficiente de variação.

Aparentemente os resultados de Ca nas áreas de agricultura permanente são superiores as outras áreas analisadas, entretanto, estes resultados em função dos ambientes, não mostraram diferença significativa (Tabela 05), discordando de Vasconcelos et al. (2010) e Lima et al. (2011) que mostraram diferença significativa dos teores de Ca em função dos ambientes.

Nota-se na Tabela 07 que não houve diferença significativa entre as profundidades amostradas, os ambientes sob agricultura e pastagem apresentaram tendência de redução dos teores de cálcio com o aumento da profundidade no perfil do solo (Figura 07).

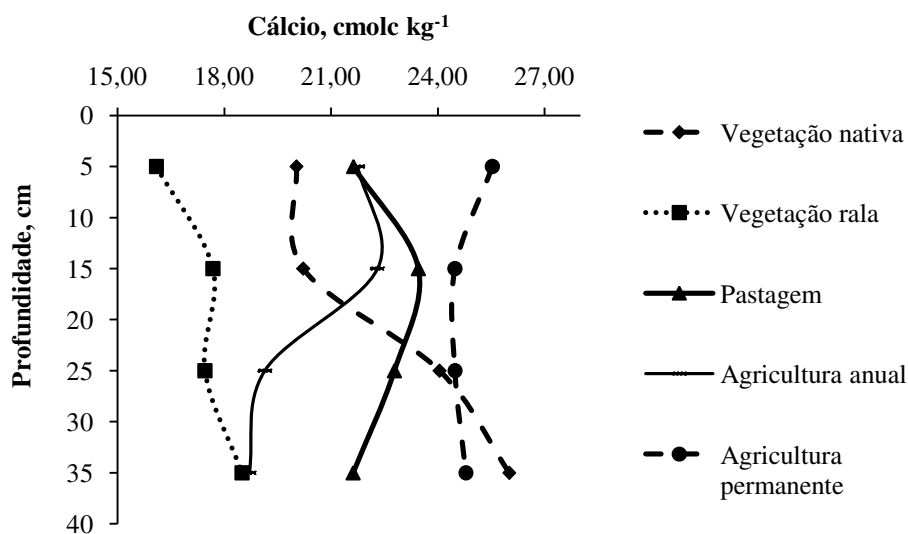


Figura 07. Teor de cálcio no solo para cada área (vegetação nativa (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

4.1.4. Magnésio do solo

Os teores de magnésio (Mg) do solo, apresentados na Tabela 09, foram classificados como elevados para todos os ambientes e profundidades (LOPES & GUIDOLIN, 1989). Considerando o que preconiza Raij (1981) para Mg em torno de $4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ são adequados para desenvolvimento das culturas e que o teor de $0,8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ é considerado alto, pode-se afirmar que no solo das áreas de estudo não existe deficiência destes elementos para as plantas. Observa-se na Tabela 09 que os coeficientes de variação (CV) de acordo com a classificação de Warrick & Nielsen (1980), apresentaram tendência a valores médios ($12\% < CV < 65\%$), apresentando também valores baixos ($CV < 12\%$).

Tabela 09. Resultados da análise estatística descritiva de magnésio do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Ambientes	Média	Mediana	D. P.	Mín.	Máx.	CV
	----- $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ -----					%

Profundidade: 0-10 cm						
VN	10,01	9,93	1,33	8,55	11,65	13
VR	11,91	10,14	3,63	10,01	17,34	30
P	10,44	10,19	1,48	8,97	12,41	14
AA	13,75	13,62	1,90	11,87	15,89	14
AP	10,16	9,79	2,57	7,93	13,12	25
Profundidade: 10-20 cm						
VN	10,34	10,63	1,99	7,92	12,19	19
VR	10,42	8,83	3,99	7,80	16,22	38
P	8,28	7,29	3,79	4,93	13,63	46
AA	11,33	12,70	4,33	5,36	14,55	38
AP	12,11	12,36	0,93	10,83	12,91	8
Profundidade: 20-30 cm						
VN	9,40	8,95	2,94	6,44	13,28	31
VR	11,06	9,55	3,75	8,54	16,60	34
P	9,82	10,46	1,49	7,59	10,76	15
AA	11,83	12,65	2,38	8,37	13,67	20
AP	10,98	11,66	3,00	6,83	13,78	27
Profundidade: 30-40 cm						
VN	7,07	6,95	1,21	5,95	8,42	17
VR	11,09	10,18	2,61	9,12	14,86	24
P	9,71	10,03	1,56	7,55	11,24	16
AA	13,11	13,68	4,05	8,41	16,65	31
AP	11,25	11,71	1,69	8,83	12,75	15

VN= vegetação nativa; VR= vegetação rala; P= pastagem; AA= agricultura anual; AP= agricultura permanente; D.P.=desvio padrão; Mín.= mínimo; Máx= máximo; CV= coeficiente de variação.

Os teores de magnésio foram ligeiramente mais elevados para o tipo de manejo agricultura anual (Figura 08), porém, estes não mostraram diferença significativa entre os ambientes e profundidades (Tabelas 05 e 07), discordando com Lima et al. (2011) que encontraram teores mais elevados nos sistemas agroflorestais comparados com o sistema de agricultura com queima e mata nativa.

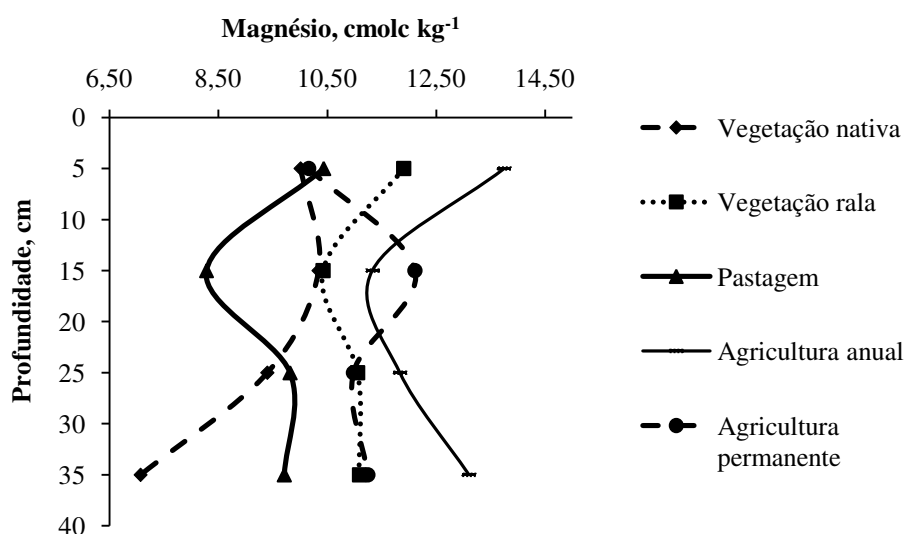


Figura 08. Teor de magnésio do solo para cada área (vegetação nativa (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

4.1.5. Sódio do solo

De acordo com as análises estatísticas, os teores de Na não apresentaram diferenças significativas em relação aos ambientes estudados (Tabela 05), entretanto percebe-se que ocorreu um aumento do Na^+ com a profundidade, com exceção do ambiente vegetação nativa (Figura 09), apresentando diferença significativa (Tabela 06).

Para os teores de sódio (Tabela 10) os coeficientes de variação (CV) de acordo com a classificação de Warrick & Nielsen (1980), apresentaram tendência a valores altos ($\text{CV} > 65\%$), apresentando também valores médios ($12\% < \text{CV} < 65\%$).

Tabela 10. Resultados da análise estatística descritiva de sódio do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Ambientes	Média	Mediana	D. P.	Mín.	Máx.	CV
	----- cmol _c kg ⁻¹ -----					%
Profundidade: 0-10 cm						
VN	1,12	1,13	1,02	0,20	2,00	92
VR	1,33	0,78	1,19	0,66	3,11	89
P	0,54	0,45	0,24	0,38	0,90	44

AA	1,11	1,17	0,68	0,26	1,82	62
AP	1,80	1,69	0,33	1,55	2,28	18
Profundidade: 10-20 cm						
VN	1,72	0,74	2,30	0,28	5,13	134
VR	1,68	0,78	2,19	0,22	4,95	130
P	0,89	0,44	1,06	0,24	2,47	118
AA	2,22	2,10	1,55	0,47	4,21	70
AP	1,80	1,82	0,78	0,90	2,65	43
Profundidade: 20-30 cm						
VN	1,28	0,41	1,82	0,30	4,00	142
VR	2,88	1,79	3,32	0,32	7,62	115
P	1,23	0,75	1,20	0,44	3,02	97
AA	3,10	3,21	2,06	0,50	5,50	66
AP	2,24	2,24	0,66	1,54	2,92	30
Profundidade: 30-40 cm						
VN	0,42	0,42	0,05	0,38	0,48	11
VR	3,78	3,57	3,17	0,44	7,53	84
P	1,69	0,89	1,75	0,66	4,30	104
AA	4,08	3,30	2,39	2,20	7,52	59
AP	2,60	2,65	0,92	1,64	3,48	35

VN= vegetação nativa; VR= vegetação rala; P= pastagem; AA= agricultura anual; AP= agricultura permanente; D.P.=desvio padrão; Mín.= mínimo; Máx= máximo; CV= coeficiente de variação.

Segundo Santos & Ribeiro (2002), o aumento do Na^+ com a profundidade, pode estar relacionado à adição desse elemento pela água de irrigação, assim como pode ter ocorrido um deslocamento do referido elemento dos coloides do solo pelo Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , provenientes dos fertilizantes aplicados, com vistas a sua menor energia de retenção. Além disso, para os ambientes que não foram adotados a irrigação, segundo os autores supramencionados, o aumento do sódio nos horizontes inferiores pode estar relacionado a maior restrição de drenagem no perfil do solo, como também devido a posição mais baixa que ocupa na paisagem.

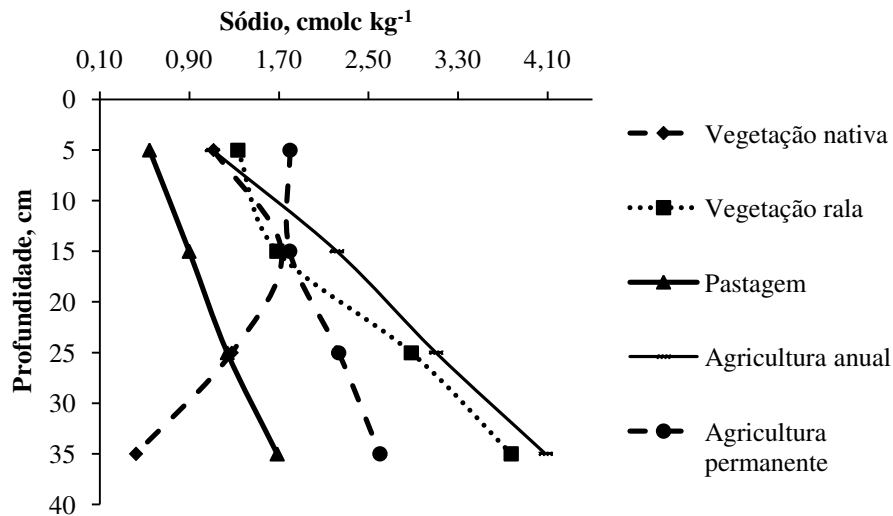


Figura 09. Teor de sódio do solo para cada área (vegetação nativa (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

O fato de aumentar a sodicidade nos horizontes subsuperficiais é preocupante, uma vez que as raízes das plantas atingem aqueles horizontes sendo prejudicada pela presença do elemento sódio. No entanto, a presença de sódio nas amostras do presente trabalho não é prejudicial, uma vez que a porcentagem de sódio trocável no complexo encontra-se, abaixo de 8%, ou seja, amostras classificadas como normal em relação à salinidade.

4.1.6. Potássio do solo

Os dados de potássio (K) variaram de 0,18 (na área de agricultura anual) a 0,88 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ (na área de agricultura permanente), ou seja, desde o nível médio (0,16 a 0,30 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$) até muito alto (> 0,60 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$). Entretanto, em todas as áreas e profundidades analisadas, os valores médios variaram de alto a muito alto (Tabela 11), corroborando Chaves et al. (2007) que observaram em solos do perímetro irrigado de Sumé, PB, teores de K nas amostras de solo variando entre 0,27 a 1,83 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$.

Tabela 11. Resultados da análise estatística descritiva de potássio do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Ambientes	Média	Mediana	D. P.	Mín.	Máx.	CV
	----- cmol _c kg ⁻¹ -----					-----%
Profundidade: 0-10 cm						
VN	0,57	0,59	0,11	0,44	0,68	18
VR	0,68	0,63	0,09	0,63	0,82	14
P	0,52	0,58	0,15	0,30	0,62	29
AA	0,55	0,58	0,10	0,40	0,63	19
AP	0,75	0,74	0,11	0,63	0,88	15
Profundidade: 10-20 cm						
VN	0,40	0,40	0,07	0,33	0,49	17
VR	0,55	0,55	0,18	0,33	0,77	33
P	0,44	0,48	0,15	0,23	0,58	34
AA	0,61	0,58	0,12	0,50	0,77	20
AP	0,68	0,68	0,06	0,62	0,76	8
Profundidade: 20-30 cm						
VN	0,35	0,38	0,08	0,23	0,42	24
VR	0,48	0,42	0,23	0,28	0,81	47
P	0,41	0,41	0,12	0,30	0,53	29
AA	0,40	0,41	0,18	0,18	0,61	44
AP	0,61	0,61	0,04	0,58	0,65	6
Profundidade: 30-40 cm						
VN	0,31	0,32	0,08	0,21	0,38	27
VR	0,48	0,47	0,24	0,19	0,77	51
P	0,49	0,50	0,09	0,37	0,60	19
AA	0,53	0,56	0,14	0,33	0,65	26
AP	0,63	0,62	0,05	0,58	0,7	8

VN= vegetação nativa; VR= vegetação rala; P= pastagem; AA= agricultura anual; AP= agricultura permanente; D.P.=desvio padrão; Mín.= mínimo; Máx= máximo; CV= coeficiente de variação.

Seguindo a classificação do CV proposta por Warrick & Nielsen (1980) observou-se que os teores de K apresentaram tendência a valores médios ($12\% < CV < 65\%$), apresentando também valores baixos ($CV < 12\%$).

Os teores do potássio foram significativamente diferentes tanto nas áreas estudadas como nas profundidades ocorrendo os menores valores em áreas com vegetação nativa (Tabela 5 e Figura 10) e nas camadas abaixo de 10 cm de profundidade (Tabela 06), corroborando Pereira et al. (2009), Leite et al. (2011) e Lira et al. (2012).

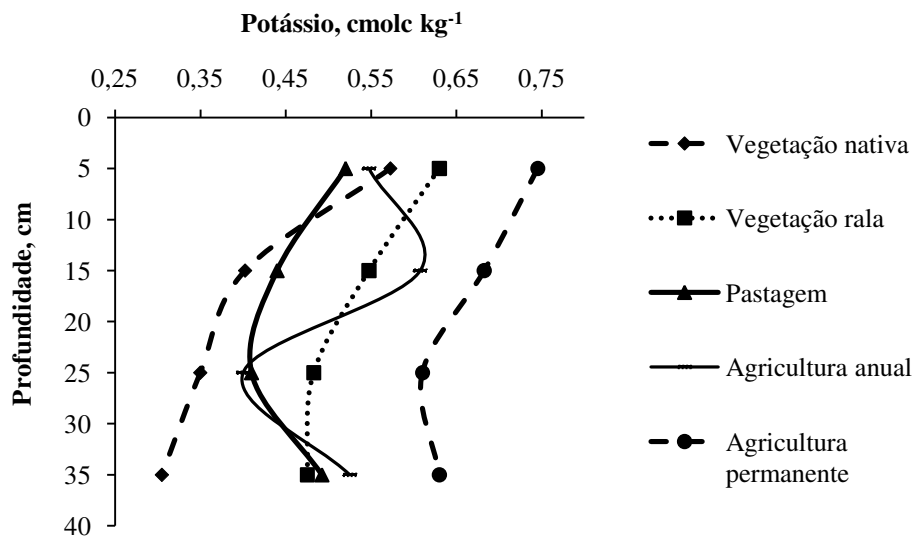


Figura 10. Teor de potássio do solo para cada área (vegetação nativa (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Os valores mais altos apresentados na área de agricultura permanente e na camada superficial do solo estão, provavelmente, associados ao contínuo aporte de resíduos vegetais favorecendo a retenção deste nutriente, a ausência de revolvimento, que favorece o acúmulo de nutrientes na profundidade amostrada (BARRETO et al., 2008), além da adição de fertilizantes potássicos, pois se trata de uma área cultivada corroborando com Matias et al. (2009).

4.1.7. Soma de bases do solo

O cálcio apresentou-se como o principal contribuinte na soma de bases trocáveis (SB), seguida pelo magnésio, sódio e potássio, refletindo, assim, a natureza do material de origem. O fato de não ter sido detectado alumínio e constatado baixíssimas concentrações de hidrogênio nas amostras de solo fez com que os valores da soma de bases trocáveis destas amostras representem praticamente os valores da CTC, os quais variaram de 30,01 a 39,26 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ classificados como altos (Tabela 12). Devido aos elevados valores de soma de bases, iguais aos da capacidade de troca de cátions, a porcentagem de saturação por bases

trocáveis correspondeu a 100% em todos os sistemas de exploração agropecuária, mostrando elevado potencial nutricional para as plantas.

Tabela 12. Resultados da análise estatística descritiva da soma de bases do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Ambientes	Média	Mediana	D. P.	Mín.	Máx.	CV
	----- cmol _c kg ⁻¹ -----					%
Profundidade: 0-10 cm						
VN	31,73	30,83	3,74	28,47	36,79	12
VR	30,01	26,85	6,78	26,2	40,13	23
P	33,13	31,92	3,05	31,02	37,66	9
AA	37,13	37,14	5,16	32,56	41,67	14
AP	38,24	38,18	1,50	36,53	40,05	4
Profundidade: 10-20 cm						
VN	32,69	31,30	3,70	30,00	38,15	11
VR	30,34	29,35	8,63	21,19	41,45	28
P	33,05	32,34	2,50	30,99	36,54	8
AA	36,39	38,32	7,68	26,31	42,59	21
AP	38,64	38,28	1,23	37,60	40,40	3
Profundidade: 20-30 cm						
VN	35,73	34,12	4,37	32,6	42,08	12
VR	31,58	29,58	6,44	26,74	40,43	20
P	34,22	34,45	2,49	31,02	36,97	7
AA	34,48	35,04	6,81	25,68	42,15	20
AP	38,31	38,43	1,28	36,66	39,70	3
Profundidade: 30-40 cm						
VN	33,8	33,39	2,05	31,81	36,62	6
VR	35,18	35,65	5,83	29,2	40,23	16
P	33,51	33,46	3,88	30,05	37,09	16
AA	36,43	37,62	7,53	27,22	43,28	21
AP	39,26	39,1	1,43	37,76	41,18	4

VN= vegetação nativa; VR= vegetação rala; P= pastagem; AA= agricultura anual; AP= agricultura permanente; D.P.=desvio padrão; Mín.= mínimo; Máx= máximo; CV= coeficiente de variação.

Seguindo a classificação do CV proposta por Warrick & Nielsen (1980) observou-se que os teores das bases trocáveis apresentaram tendência a valores médios ($12\% < CV < 65\%$), apresentando também valores baixos ($CV < 12\%$).

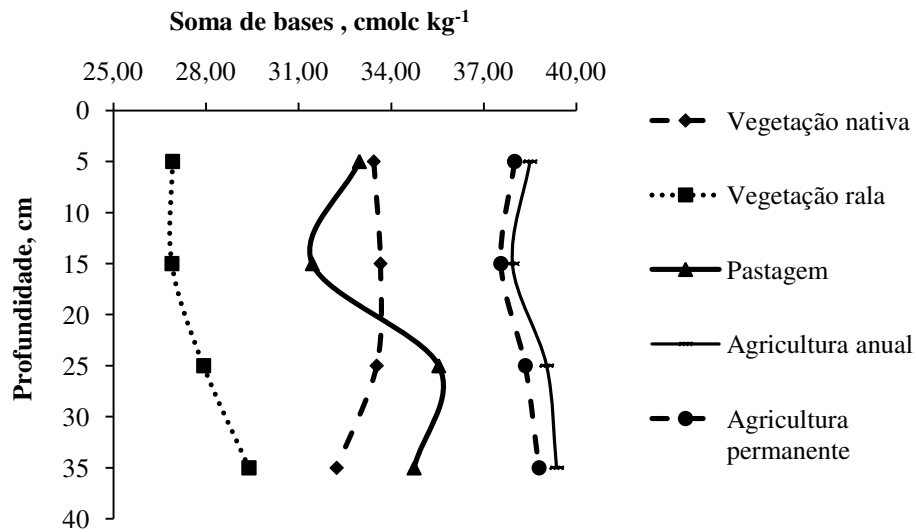


Figura 11. Soma de bases do solo para cada área (vegetação nativa (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

4.1.8. Hidrogênio do solo

Os teores de hidrogênio apresentaram concentrações baixíssimas, como pode ser observado na Tabela 13. Para os tratamentos estudados, a vegetação rala apresentou os maiores teores de hidrogênio na profundidade de 0-10 cm, nas demais profundidades os ambientes não apresentaram diferença significativa em relação aos outros ambientes. Com relação à profundidade apenas o tratamento vegetação rala apresentou diferença significativa com o aumento da profundidade (Tabela 14).

Tabela 13. Resultados da análise estatística descritiva de hidrogênio do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Ambientes	Média	Mediana	D. P.	Mín.	Máx.	CV
	----- cmol _c kg ⁻¹ -----					%
Profundidade: 0-10 cm						
VN	0,09	0,00	0,18	0,00	0,36	200
VR	0,89	1,04	0,73	0,00	1,48	82
P	0,15	0,00	0,29	0,00	0,59	200

AA	0,23	0,00	0,46	0,00	0,92	200
AP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Profundidade: 10-20 cm						
VN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
VR	0,03	0,00	0,05	0,00	0,1	200
P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
AA	0,27	0,00	0,55	0,00	1,09	200
AP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Profundidade: 20-30 cm						
VN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
VR	0,07	0,00	0,13	0,00	0,26	200
P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
AA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
AP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Profundidade: 30-40 cm						
VN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
VR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
AA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
AP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-

VN= vegetação nativa; VR= vegetação rala; P= pastagem; AA= agricultura anual; AP= agricultura permanente; D.P.=desvio padrão; Mín.= mínimo; Máx= máximo; CV= coeficiente de variação.

Tabela 14. Teores médios de hidrogênio ($\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$) em função da profundidade em diferentes ambientes.

Profundidade (cm)	Tipo de atividade (ou área)				
	Mata nativa	Vegetação rala	Pastagem	Agricultura I	Agricultura II
0-10	0,09aB	0,89aA	0,15aB	0,23aB	0,00aB
10-20	0,00aA	0,03bA	0,00aA	0,27aA	0,00aA
20-30	0,00aA	0,07bA	0,00aA	0,00aA	0,00aA
30-40	0,00aA	0,00bA	0,00aA	0,00aA	0,00aA

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade

4.1.9. Alumínio do solo

Os teores médios de alumínio (Al) nas amostras de solo para todos os ambientes foram nulos (Tabela 5). Corroborando com Menino et al. (2013); Chaves et al. (2005) e Corrêa et al. (2003).

4.1.10. Fósforo presente no solo

Os teores de fósforo (P), presente em todos os tratamentos e em todas as profundidades, foram classificados como elevados (Tabela 15) (LOPES & GUIDOLIN, 1989), corroborando com Chaves et al. (2005) ao avaliarem a fertilidade dos solos dos perímetros irrigados Engenheiro Arcoverde e São Gonçalo, PB, verificaram teores de fósforo elevados para o primeiro perímetro irrigado. De acordo com Falleiro et al. (2003) e Leite et al. (2012), os altos teores de P no solo podem ser consequência do efeito residual de antigas adubações, da manutenção de resíduos de plantas na superfície do solo, o que favorece a ciclagem de fósforo, do não revolvimento do solo, o que promove a formação de sítios de fósforo e da própria origem do solo.

Tabela 15. Resultados da análise estatística descritiva de fósforo do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Ambientes	Média	Mediana	D. P.	Mín.	Máx.	CV
	----- mgdm ⁻³ -----					%
Profundidade: 0-10 cm						
VN	54,35	54,00	0,85	53,80	55,6	2
VR	52,05	53,00	2,28	48,70	53,5	4
P	54,73	54,80	2,95	51,20	58,1	5
AA	53,65	53,70	0,57	52,90	54,3	1
AP	54,97	55,00	0,56	54,30	55,6	1
Profundidade: 10-20 cm						
VN	53,40	54,85	3,80	47,90	56,00	7
VR	52,88	52,45	2,52	50,50	56,10	5
P	52,88	53,55	1,88	50,10	54,30	4
AA	54,20	53,80	1,35	53,10	56,10	2
AP	55,08	55,3	0,71	54,10	55,60	1
Profundidade: 20-30 cm						
VN	51,58	54,85	7,40	40,60	56,00	14
VR	51,90	52,05	2,04	49,80	53,70	4
P	54,08	53,95	0,51	53,60	54,80	0,9
AA	54,75	55,05	1,41	53,00	55,90	3
AP	55,13	55,40	0,85	53,90	55,80	2
Profundidade: 30-40 cm						
VN	49,08	53,95	11,23	32,30	56,10	23

VR	53,05	53,10	2,67	50,00	56,00	5
P	55,85	55,60	2,09	53,60	58,60	4
AA	54,05	54,00	1,05	53,10	55,10	2
AP	55,65	55,60	0,10	55,60	55,80	0,1

VN= vegetação nativa; VR= vegetação rala; P= pastagem; AA= agricultura anual; AP= agricultura permanente; D.P.=desvio padrão; Mín.= mínimo; Máx= máximo; CV= coeficiente de variação.

Seguindo a classificação do CV proposta por Warrick & Nielsen (1980) observou-se que os teores de P em todos os ambientes e em todas as profundidades, apresentaram baixa variabilidade ($CV < 12\%$).

Apesar dos resultados de P do solo não terem mostrado diferenças significativas nos sistemas de exploração agropecuária e nas diferentes profundidades, discordando Leite et al. (2012), houve uma tendência de aumentar os valores nas áreas de cultivo e diminuir os teores de P em relação a profundidade (Tabela 06 e Figura 12), corroborando Leite et al. (2012). Os teores mais elevados aparentemente, na camada superficial do solo, está relacionado ao fato do P mover-se no solo por difusão, o que acarreta baixa mobilidade no perfil, contribuindo para o seu acúmulo nesta camada (ZALAMENA, 2008).

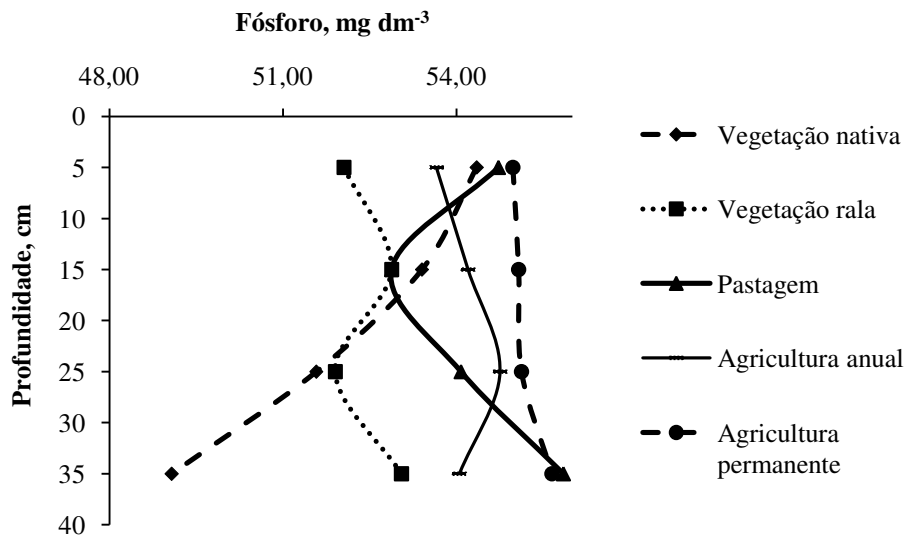


Figura 12. Teor de fósforo do solo para cada área (vegetação nativa (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Esse alto valor, de acordo com os manuais de interpretação de análise do solo, configura-se como solos de alta fertilidade, entretanto, não significam disponibilidade para as plantas. Em solos com reação alcalina e com altos teores de cálcio, esse elemento encontra-se

na forma de policálcicos (P-Ca), facilmente atacados pelo extrator Mehlich-1 (CORRÊA et al., 2003).

4.2. Densidade e estoque de carbono e de nitrogênio no solo dos diferentes ambientes

Os valores de estoque de carbono e de nitrogênio dos ambientes avaliados são calculados com base nos teores de carbono e de nitrogênio orgânicos, influenciados pela densidade das amostras de solo analisadas e pela espessura das camadas dos perfis, relacionadas com as profundidades. Assim os dados destes parâmetros, foram analisados estatisticamente, mostrando que os valores de densidade do solo (Ds), carbono orgânico (CO), nitrogênio (N), estoque de carbono (Est. C) e de estoque de nitrogênio (Est. N), apresentaram diferenças significativas em relação aos sistemas de manejo (locais) e as profundidades. Para estes atributos, com exceção da densidade do solo, houve também diferença significativa em relação às interações locais X profundidades (Tabela 16), indicando dependência dos fatores.

Tabela 16. Resumos das análises de variância dos atributos químicos orgânicos (teores de carbono, teores de nitrogênio, estoque de carbono e estoque de nitrogênio) e da densidade do solo.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		Densidade	CO	N	Est C.	Est N.
Locais	4	0,29**	20,15**	0,002**	19,06*	0,20*
Resí.(a)	15	0,03	1,86	0,0002	6,55	0,07
Prof.	3	0,16**	36,78**	0,004**	51,95**	0,53**
Prof. x Loc.	12	0,009	4,34**	0,0005**	9,71**	0,10**
Res.(b)	45	0,02	1,26	0,0001	3,68	0,04

*, **; Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

CO=carbono orgânico; N= nitrogênio total; Est C.= estoque de carbono; Est N.= estoque de nitrogênio.

4.2.1. Densidade do solo

De acordo com Belizário (2008) a densidade do solo representa a quantidade de massa de solo que ocupa um volume conhecido. Dessa forma, quanto maior a densidade do solo maior será o grau de compactação, e conseqüentemente maior resistência à penetração de raízes, infiltração de água e aeração.

Os valores das densidades do solo (Ds) para cada ambiente avaliado (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17. Resultados da análise estatística descritiva da densidade do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Ambientes	Média	Mediana	D. P.	Mín.	Máx.	CV %
Profundidade: 0-10 cm						
VN	1,34	1,36	0,04	1,28	1,37	3
VR	1,53	1,53	0,13	1,37	1,68	8
P	1,47	1,47	0,17	1,31	1,63	11
AA	1,73	1,73	0,18	1,55	1,93	11
AP	1,50	1,48	0,16	1,32	1,72	11
Profundidade: 10-20 cm						
VN	1,32	1,36	0,08	1,20	1,37	6
VR	1,59	1,59	0,14	1,43	1,73	9
P	1,53	1,53	0,12	1,42	1,64	8
AA	1,78	1,73	0,10	1,72	1,93	6
AP	1,61	1,61	0,17	1,45	1,79	11
Profundidade: 20-30 cm						
VN	1,49	1,57	0,17	1,24	1,58	11
VR	1,60	1,55	0,19	1,45	1,87	12
P	1,57	1,56	0,19	1,36	1,82	12
AA	1,84	1,85	0,09	1,72	1,93	5
AP	1,71	1,73	0,12	1,57	1,81	7
Profundidade: 30-40 cm						
VN	1,65	1,66	0,03	1,61	1,68	2
VR	1,66	1,62	0,23	1,42	1,96	14
P	1,91	1,88	0,08	1,85	2,02	4
AA	1,86	1,86	0,08	1,76	2,02	4
AP	1,74	1,74	0,08	1,67	1,82	5

VN= vegetação nativa; VR= vegetação rala; P= pastagem; AA= agricultura anual; AP= agricultura permanente; D.P.=desvio padrão; Mín.= mínimo; Máx= máximo; CV= coeficiente de variação.

No ambiente de vegetação nativa os valores da densidade do solo variaram de 1,20 a 1,68, enquanto nas áreas sob vegetação rala, pastagem, agricultura anual e agricultura permanente, apresentaram valores mais altos de máximo e mínimo 1,37 a 1,92; 1,31 a 2,02;

1,55 a 2,02 e de 1,32 a 1,82, respectivamente. Em geral, quanto maior os valores da densidade do solo maior será também o grau de compactação do solo provocando assim efeitos negativos na penetração de raízes, na infiltração de água e aeração do solo, na armazenagem e disponibilidade de água para as plantas, influenciando negativamente na dinâmica de água na superfície e no perfil do solo.

Os valores de média e mediana ficaram próximos entre si para todos os ambientes indicando, de acordo com Cambardella et al. (1994), que os valores de tendência central não são dominados por valores atípicos na distribuição. Seguindo a classificação de CV, proposta por Warrick & Nielsen (1980), observou-se uma tendência para os valores da Ds das áreas avaliadas, apresentaram variabilidade baixa ($CV < 12\%$), corroborando com Campanha et al. (2009).

Os valores da densidade do solo dos sistemas agropecuários aumentaram significativamente em relação à Ds sob vegetação nativa (Tabela 18). Corroborando com Colonego et al. (2012) e Guareschi et al. (2012). Esse comportamento é semelhante ao observado por Lima et al. (2011) que verificaram valores de densidade inferiores para o sistema de vegetação nativa em relação ao sistema de cultivo convencional do solo na região semiárida do Piauí.

Tabela 18. Valores médios da densidade do solo em função do tipo de atividade (ou área).

Atributo	Tipo de atividade (ou área)				
	Vegetação nativa	Vegetação rala	Pastagem	Agricultura anual	Agricultura permanente
Densidade	1,45c	1,60bc	1,55bc	1,81a	1,64ab

Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade.

O ambiente vegetação nativa (VN) apresentou os menores valores médios da densidade do solo, provavelmente devido aos outros ambientes terem sofrido pressões mecânicas exercidas nos solos (gradagem, semeadura, adubação, tráfego de máquinas) e ao pisoteio de animais. Os valores médios de densidade aumentaram com o aumento da profundidade (Tabela 19), corroborando Coutinho et al. (2010) que avaliando os sistemas mata, pastagem e plantio de eucalipto verificaram aumento dos valores da densidade do solo até a profundidade de 60 cm.

Tabela 19. Valores médios da densidade do solo em função da profundidade.

Atributo	Profundidade (cm)			
	(0-10 cm)	(10-20 cm)	(20-30 cm)	(30-40 cm)
Densidade	1,51c	1,57bc	1,64ab	1,72a

Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade.

O menor valor de Ds da camada superficial do solo se deu em decorrência do maior aporte de matéria orgânica nesta camada quando comparada com as demais subsuperficiais (Figura 13) corroborando Bernardi et al. (2007), que verificaram no ambiente Caatinga o aumento dos valores da densidade do solo com o aumento da profundidade.

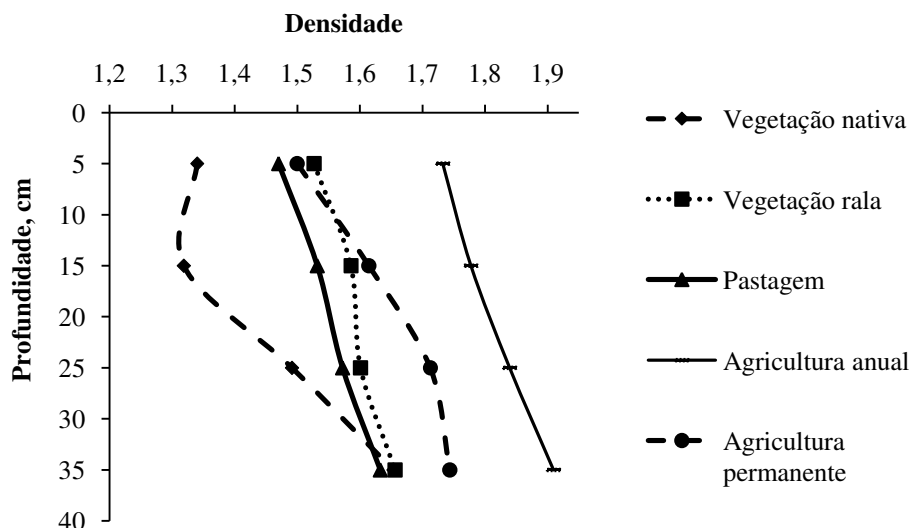


Figura 13. Densidade do solo para cada área (vegetação natural (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Em geral, quanto maior os valores da densidade do solo, maior o grau de compactação do solo provocando assim efeitos negativos na penetração de raízes, na infiltração de água e aeração do solo, na armazenagem e disponibilidade de água para as plantas. No presente trabalho, os valores da Ds para todos os ambientes foram superiores a densidade crítica, 1,27, prejudicando o desenvolvimento radicular e a infiltração da água, conforme Costa Junior (2008).

De acordo com Costa Junior (2008), o fato de a vegetação nativa apresentar menores valores de densidade está relacionado ao rearranjo natural que o solo tende a apresentar

quando deixa de ser submetido à manipulação mecânica e/ou pisoteio de animais. Segundo Menezes (2008), os menores valores de Ds da área de floresta secundária são decorrentes dos maiores aportes anuais de serapilheira, maiores valores de densidades de raízes, melhores índices ecológicos da macrofauna e taxas de decomposição mais elevadas. Todos estes fatores contribuem para o aumento do conteúdo de matéria orgânica e a melhorias na agregação, promovendo desta forma redução da Ds. Os dados referentes à densidade do solo, avaliados por Costa et al. (2009) em Argissolo Amarelo na região sul da Bahia, revelaram aumento significativo, especialmente quando a Mata Atlântica foi substituída por pastagens.

Braida et al. (2006), estudando os efeitos dos resíduos vegetais depositados na superfície do solo verificaram que a matéria orgânica em acúmulo sobre a superfície do solo reduziu a densidade máxima e aumentou a umidade crítica para compactação do solo, ou seja, devido ao acúmulo de matéria orgânica o solo tornou-se mais resistente à compactação dissipando em até 30% a energia de compactação. Ou seja, devido às propriedades da matéria orgânica, susceptibilidade à deformação e elasticidade, torna o solo rico neste material apto a diminuir as cargas aplicadas sobre o solo pela criação de poros com diâmetros grandes favorecendo assim a entrada de ar e a drenagem de água.

4.2.2. Teor de carbono orgânico do solo

Os teores de carbono orgânico do solo (CO) para cada ambiente avaliado (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades são apresentados na Tabela 20.

Tabela 20. Resultados da análise estatística descritiva do carbono orgânico do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Ambientes	Média	Mediana	D. P.	Mín.	Máx.	CV
	----- g kg ⁻¹ -----					%
	Profundidade: 0-10 cm					
VN	11,10	11,85	1,82	8,40	12,30	16

VR	8,83	8,95	0,68	7,90	9,50	8
P	7,68	8,25	1,64	5,30	8,90	21
AA	6,95	6,40	1,40	6,00	9,00	20
AP	6,05	5,70	1,07	5,20	7,60	18
Profundidade: 10-20 cm						
VN	9,10	8,80	1,49	7,70	11,1	16
VR	5,88	6,00	1,94	3,60	7,90	33
P	5,60	5,55	0,55	5,00	6,30	9
AA	4,80	4,90	0,61	4,00	5,40	13
AP	5,18	4,95	1,69	3,50	7,30	33
Profundidade: 20-30 cm						
VN	6,23	6,25	0,39	5,80	6,60	6
VR	5,00	5,10	0,76	4,00	5,80	15
P	4,35	4,50	0,44	3,70	4,70	10
AA	6,00	5,95	0,47	5,50	6,60	8
AP	5,15	5,20	0,52	4,50	5,70	10
Profundidade: 30-40 cm						
VN	6,18	5,10	2,36	4,80	9,70	38
VR	4,45	4,60	0,77	3,40	5,20	17
P	5,18	5,10	0,54	4,60	5,90	11
AA	3,95	3,90	0,34	3,60	4,40	9
AP	6,03	5,80	1,07	5,00	7,50	18

VN= vegetação nativa; VR= vegetação rala; P= pastagem; AA= agricultura anual; AP= agricultura permanente; D.P.=desvio padrão; Mín.= mínimo; Máx= máximo; CV= coeficiente de variação.

Os valores de média e mediana ficaram próximos entre si para todos os ambientes indicando, de acordo com Cambardella et al. (1994), que os valores de tendência central não são dominados por valores atípicos na distribuição. A variabilidade dos teores de CO foi classificada, segundo Warrick & Nielsen (1980), com média ($12\% < CV < 65\%$), apresentado também variabilidade baixa ($CV < 12\%$).

Os teores de carbono orgânico do solo no ambiente vegetação nativa foram classificados como médios para todas as profundidades. Os demais ambientes apresentaram teores médios para a profundidade de 0-10 cm e teores baixos para as outras profundidades, com exceção dos ambientes AA e AP, nas profundidades 20-30 e 30-40 (apresentaram teores médios), respectivamente. Mello et al. (1983) apud Vasconcelos et al. (2010) esclarecem que valores de CO, expressos em dag kg^{-1} , inferiores a 0,60, de 0,60 a 1,20 e maiores que 1,20 são interpretados como baixos, médios e altos, respectivamente.

Os teores de CO do solo sob vegetação natural foram superiores aos encontrados nos solos sob os sistemas VR, AP, P e AA e somente no sistema de AP não houve diferença significativa do CO em relação à profundidade (Tabela 21).

Tabela 21. Teores médios de carbono orgânico (g kg^{-1}) em função da profundidade em diferentes ambientes.

Profundidade (cm)	Tipo de atividade (ou área)				
	Vegetação nativa	Vegetação rala	Pastagem	Agricultura anual	Agricultura permanente
0-10	11,10aA	8,83aAB	7,68aBC	6,95aBC	6,05aC
10-20	9,10aA	5,88bB	5,60abB	4,80bB	5,18aB
20-30	6,23bA	5,00bA	4,35bA	6,00abA	5,15aA
30-40	6,18bA	4,45bA	5,18bA	3,95bA	6,03aA

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade

Nos demais sistemas (VN, VR, P, AA) houve redução do CO com o aumento da profundidade (Tabela 21); resultados semelhantes foram encontrados por Vasconcelos et al. (2010) e Campanha et al. (2009) avaliando o carbono do solo sob vegetação natural, sistemas agroflorestais e cultivo tradicional. Este fato justifica-se pelo maior aporte de material orgânico na superfície do solo, proveniente da queda de folhas, galhos e da casca de árvores na mata, formando a manta orgânica e a maior densidade de raízes finas, corroborando com Gatto et al. (2010).

Nunes et al. (2009) encontraram valores de carbono orgânico total de 18,72 e 1,86 g kg^{-1} para mata e cultivo convencional, respectivamente. De acordo com Oliveira et al. (2008), o fato dos sistemas agropecuários terem apresentado menores teores de carbono e irregularidade na redução dos teores de carbono nas camadas subsuperficiais ocorreram, provavelmente, devido o revolvimento do solo nestes sistemas de manejo.

Avaliando os teores de CO na camada superficial do solo (0-10 cm) dos diferentes sistemas de manejo, observou-se que houve uma redução, em relação à VN, de 20; 31; 37 e 45% para VR, P, AA e AP, respectivamente. Maia et al. (2006), avaliando o impacto de quatro sistemas agroflorestais e um convencional sobre a qualidade do solo, no município de Sobral – CE, verificaram redução nos teores de carbono na ordem de 40,3; 38,4 e 35% para os tratamentos que apresentam cultivo intensivo do solo, sistema agrossilvipastoril e cultivo tradicional, respectivamente, na camada 0-6 cm, em relação a mata nativa.

Essa redução de CO com o uso agropecuário do solo é semelhante à observada por Fracetto et al. (2012) que encontraram maiores valores de C e N no ambiente natural de Caatinga em todas as camadas amostradas; da mesma forma os teores de C e N decresceram com o aumento da profundidade. Essa situação era esperada e típica do ambiente de vegetação

nativa tendo em vista que o maior aporte de resíduos vegetais sobre a superfície do solo permite uma decomposição lenta e gradual da matéria orgânica do solo.

Segundo Stevenson (1982), a redução do aporte de CO no solo não se deve unicamente a redução da quantidade de resíduos adicionados, mas também, ao aumento da atividade microbiana, causado por melhores condições de aeração, temperaturas mais elevadas e alternância mais frequente de umedecimento e secagem do solo. Além disso, esta redução dar-se pelo uso contínuo de implementos, pela sucessão contínua, pelas queimadas, e pelas perdas causadas pela própria erosão.

Em geral, devido à substituição parcial e/ou por completa de VN pelo cultivo agrícola e pastagem ocorre redução dos teores de CO e nitrogênio total; todavia, adotando-se um sistema conservacionista de cultivo do solo, a exemplo da manutenção da vegetação natural (vegetação rala), pode gerar um benefício adicional no incremento dos teores de carbono orgânico e nitrogênio total, como pode ser observado nos valores encontrados nesta pesquisa (Tabelas 21 e 23; Figuras 14 e 15).

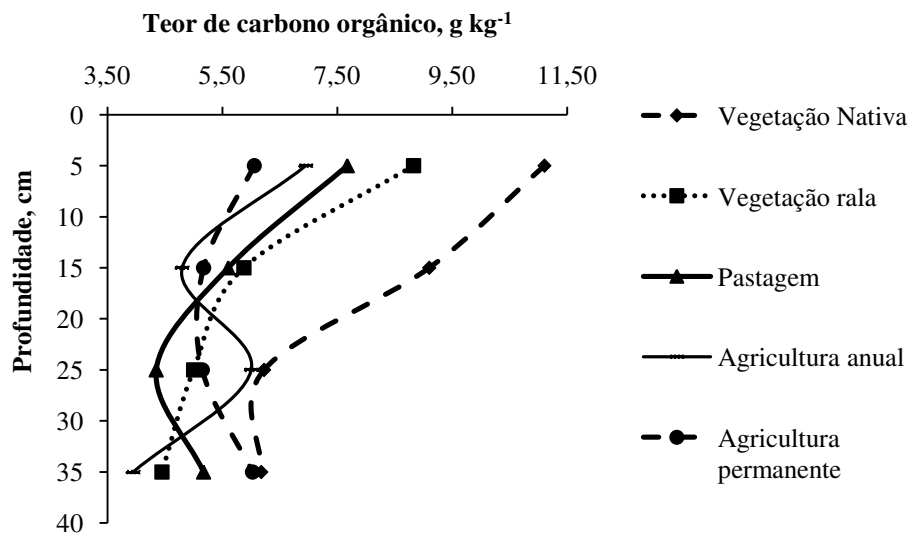


Figura 14. Teor de carbono orgânico do solo para cada área (Vegetação natural (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Para os ambientes que apresentaram menor intervenção antrópica (vegetação nativa e vegetação rala) os teores de CO nas amostras de solo estudadas decresceram significativamente com a profundidade (Tabela 21 e Figura 14), corroborando com Belizário

(2008) e Vasconcelos et al. (2010). Este fato justifica-se pelo maior aporte de material orgânico na superfície do solo, proveniente da queda de folhas, galhos e da casca de árvores, na Mata, formando a manta orgânica e a maior densidade de raízes finas, corroborando com Costa et al. (2010) e Gatto et al. (2010).

O maior acúmulo de carbono orgânico no ambiente mata deve-se ao aporte de resíduos vegetais associado à menor taxa de decomposição da matéria orgânica do solo, indicando com isso a relevância da proteção física da matéria orgânica do solo e a agregação do solo como fatores que proporcionam aumento nos teores de carbono orgânico do solo (COSTA JUNIOR, 2008). Os teores mais elevados de carbono orgânico no ambiente vegetação nativa, e aparentemente superior no tratamento vegetação rala quando comparado com os outros tratamentos (Figura 14), indicam um maior acúmulo de carbono no solo e uma possível redução nas emissões de carbono para a atmosfera.

4.2.3. Nitrogênio total do solo

A variabilidade dos teores de nitrogênio (N) foi classificada, segundo Warrick & Nielsen (1980), como média ($12\% < CV < 65\%$), apresentado também variabilidade baixa ($CV < 12\%$) (Tabela 22).

Tabela 22. Resultados da análise estatística descritiva de nitrogênio do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Ambientes	Média	Mediana	D. P.	Mín.	Máx.	CV
	----- dag kg ⁻¹ -----					%
Profundidade: 0-10 cm						
VN	0,11	0,11	0,02	0,08	0,12	18
VR	0,08	0,09	0,009	0,07	0,09	12
P	0,07	0,08	0,01	0,05	0,08	20
AA	0,07	0,06	0,02	0,06	0,09	22
AP	0,06	0,05	0,01	0,05	0,07	18
Profundidade: 10-20 cm						
VN	0,09	0,09	0,20	0,07	0,11	20
VR	0,04	0,06	0,02	0,03	0,07	35

P	0,05	0,05	0,005	0,05	0,06	9
AA	0,05	0,05	0,006	0,04	0,05	12
AP	0,05	0,05	0,02	0,03	0,07	36
Profundidade: 20-30 cm						
VN	0,06	0,06	0,005	0,05	0,06	7
VR	0,05	0,05	0,006	0,04	0,05	13
P	0,038	0,04	0,005	0,03	0,04	13
AA	0,06	0,06	0,006	0,05	0,06	10
AP	0,05	0,05	0,005	0,04	0,05	11
Profundidade: 30-40 cm						
VN	0,06	0,05	0,02	0,04	0,09	43
VR	0,04	0,04	0,008	0,03	0,05	20
P	0,05	0,05	0,005	0,04	0,05	11
AA	0,04	0,04	0,006	0,03	0,04	16
AP	0,06	0,06	0,01	0,05	0,08	24

VN= vegetação nativa; VR= vegetação rala; P= pastagem; AA= agricultura anual; AP= agricultura permanente; D.P.=desvio padrão; Mín.= mínimo; Máx= máximo; CV= coeficiente de variação.

Semelhante aos resultados encontrados para o carbono, os maiores valores de N foram encontrados no solo da VN seguidos pelos sistemas VR, P, AA e AP (Tabela 23); nos ambientes analisados, com exceção da AP, os valores médios de nitrogênio diminuíram com diferença significativa com o aumento da profundidade, corroborando Lima et al. (2011) que encontram em solos do semiárido Piauí, na camada 0-10cm, valores de nitrogênio de 0,22 g kg⁻¹ para vegetação nativa e 0,20 g kg⁻¹ para o sistema de manejo tradicional do solo. Resultados semelhantes foram encontrados por Costa (2011), avaliando teores de carbono e nitrogênio do solo no semiárido; este autor verificou que os teores de nitrogênio foram 0,81; 0,52; 0,40 e 0,42 g kg⁻¹ para os sistemas mata, pastagem, fruticultura e consórcio, respectivamente.

Tabela 23. Valores médios de nitrogênio total (dag kg⁻¹) em função da profundidade em diferentes ambientes.

Profundidade (cm)	Tipo de atividade (ou área)				
	Vegetação nativa	Vegetação rala	Pastagem	Agricultura Anual	Agricultura Permanente
0-10	0,11aA	0,08aB	0,07aBC	0,07aBC	0,06aC
10-20	0,09aA	0,06bB	0,05abB	0,05bB	0,05aB
20-30	0,06bA	0,05bA	0,05bA	0,06abA	0,05aA
30-40	0,06bAB	0,04bAB	0,04bAB	0,04bB	0,06aA

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade

Os valores médios de nitrogênio reduziram com o aumento da profundidade (Figura 15); resultados semelhantes foram encontrados por Bernardi et al. (2007), em estudo realizado em Piraipaba, CE que verificaram os valores de nitrogênio 0,77; 0,33 e 0,30 dag kg⁻¹ no ambiente Caatinga nas profundidades 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 40 cm, respectivamente.

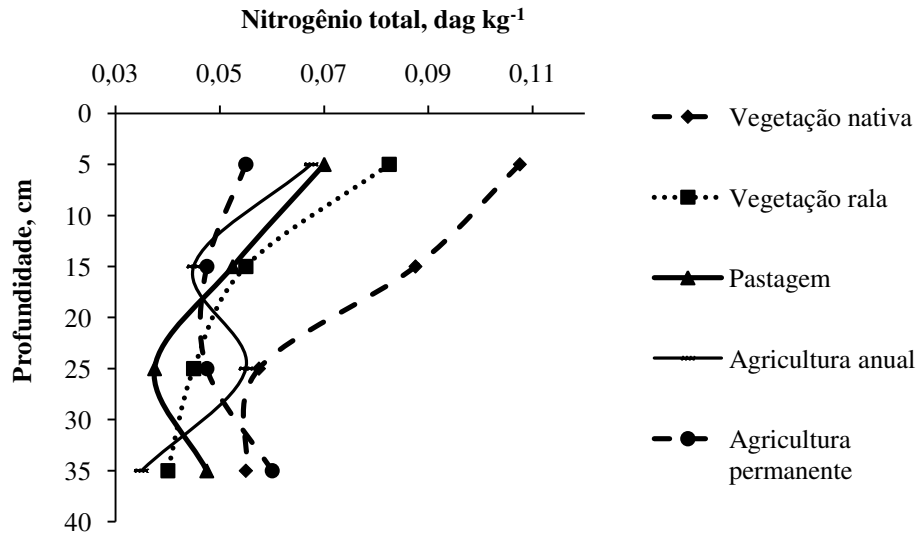


Figura 15. Teor de nitrogênio do solo para cada área (Vegetação natural (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Os teores de fósforo e de potássio não tiveram relação direta com os teores de CO e NT, tendo em vista que as áreas sob cultivo agrícola e pastagem apresentaram maiores índices de concentração destes elementos. O cálcio e magnésio também apresentaram tendência de crescimento contrário ao CO e NT, tendo em vista que estes atributos foram mais elevados no tratamento sob cultivo agrícola e pastagem.

Os teores de carbono orgânico e nitrogênio total apresentaram relação direta com a acidez do solo, ou seja, nos ambientes que proporcionaram maior acúmulo de matéria orgânica apresentaram também maior acidez do solo. Já a densidade apresentou tendência de crescimento contrário em relação os teores de carbono orgânico e nitrogênio total tendo em vista que os ambientes que apresentaram menores valores de densidade foram verificados maior aporte de matéria orgânica do solo, portanto, maiores valores de carbono orgânico - CO e nitrogênio total - NT (Tabelas 21 e 23).

4.2.4. Estoques de carbono e nitrogênio no solo

Os resultados das análises estatísticas descritivas para os estoques de carbono e nitrogênio no solo são apresentados nas Tabelas 24 e 25, respectivamente, mostrando os maiores e menores valores nos ambientes, correspondentes à vegetação nativa, vegetação rala, pastagem, agricultura anual e agricultura permanente, respectivamente.

Os aumentos nos estoques de C estão também relacionados aos aumentos nos estoques de N no solo, o que significa que, quando se objetiva a recuperação dos estoques de matéria orgânica de um solo degradado, a adição de N ao sistema é fundamental (VIEIRA, 2007).

Tabela 24. Resultados da análise estatística descritiva do estoque de carbono do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP))nas quatro profundidades.

Ambientes	Média	Mediana	D. P.	Mín.	Máx.	CV
	----- Mg ha ⁻¹ -----					%
Profundidade: 0-10 cm						
VN	14,93	16,08	2,83	10,73	16,84	19
VR	13,49	13,00	1,75	12,04	15,94	13
P	11,37	12,08	3,07	7,12	14,20	27
AA	11,98	12,09	2,22	9,29	14,46	18
AP	9,04	8,50	1,62	7,81	11,35	18
Profundidade: 10-20 cm						
VN	12,04	11,51	2,37	9,93	15,20	20
VR	9,52	9,65	3,88	5,14	13,65	41
P	8,59	8,16	1,20	7,68	10,35	14
AA	8,49	8,45	0,72	7,72	9,34	9
AP	8,36	7,36	3,04	6,10	12,64	36
Profundidade: 20-30 cm						
VN	9,32	9,82	1,48	7,19	10,45	15
VR	8,07	8,31	1,92	5,78	9,89	24
P	6,79	6,51	1,29	5,59	8,54	19
AA	11,05	11,25	1,24	9,47	12,24	11
AP	8,81	8,80	0,96	7,85	9,78	11
Profundidade: 30-40 cm						
VN	10,17	8,55	3,68	7,90	15,66	36
VR	7,27	6,97	0,82	6,67	8,46	11
P	8,38	8,16	0,72	7,79	9,41	9
AA	7,53	7,35	0,48	7,18	8,23	6
AP	10,49	10,52	1,73	8,37	12,55	16

VN= vegetação nativa; VR= vegetação rala; P= pastagem; AA= agricultura anual; AP= agricultura permanente; D.P.=desvio padrão; Mín.= mínimo; Máx= máximo; CV= coeficiente de variação.

Tabela 25. Resultados da análise estatística descritiva do estoque de nitrogênio do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Ambientes	Média	Mediana	D. P.	Mín.	Máx.	CV
	----- Mg ha ⁻¹ -----					%
Profundidade: 0-10 cm						
VN	1,45	1,56	0,30	1,02	1,64	20
VR	1,26	1,23	0,18	1,07	1,51	15
P	1,03	1,10	0,26	0,67	1,28	25
AA	1,16	1,13	0,21	0,93	1,45	18
AP	0,82	0,8	0,17	0,66	1,05	20
Profundidade: 10-20 cm						
VN	1,16	1,08	0,26	0,96	1,51	23
VR	0,89	0,96	0,37	0,43	1,21	42
P	0,81	0,77	0,13	0,71	0,99	16
AA	0,80	0,82	0,08	0,69	0,87	10
AP	0,77	0,66	0,31	0,54	1,21	40
Profundidade: 20-30 cm						
VN	0,86	0,94	0,16	0,62	0,95	19
VR	0,73	0,70	0,17	0,58	0,93	24
P	0,58	0,58	0,12	0,45	0,73	20
AA	1,01	1,02	0,14	0,86	1,16	14
AP	0,81	0,81	0,08	0,72	0,91	10
Profundidade: 30-40 cm						
VN	0,91	0,75	0,37	0,66	1,45	41
VR	0,65	0,62	0,11	0,57	0,81	17
P	0,77	0,76	0,12	0,66	0,90	15
AA	0,67	0,67	0,09	0,57	0,75	14
AP	1,00	0,10	0,15	0,84	1,17	15

VN= vegetação nativa; VR= vegetação rala; P= pastagem; AA= agricultura anual; AP= agricultura permanente; D.P.=desvio padrão; Mín.= mínimo; Máx= máximo; CV= coeficiente de variação.

Segundo Cambardella et al. (1994), os valores de média e mediana estando próximos entre si indicam que os valores de tendência central não são dominados por valores atípicos na distribuição.

De acordo com a classificação de CV, proposta por Warrick & Nielsen (1980), observou-se que os valores de estoque de carbono e nitrogênio, apresentaram variabilidade média ($12\% < CV < 65\%$), apresentado também variabilidade baixa ($CV < 12\%$). Resultados semelhantes foram encontrados por Chaves & Farias (2008) os quais encontraram

variabilidade média dos valores de estoque de carbono nos Tabuleiros Costeiros da Paraíba, em um solo cultivado com cana-de-açúcar.

Os estoques de C (Est. C) e N (Est. N) orgânicos também foram alterados significativamente pelos sistemas de manejo e pela profundidade (Tabelas 26 e 27; Figuras 16 e 17) sendo que na profundidade de 0-10 cm, os menores valores do Est. C e Est. N foram observados no sistema AP; provavelmente, devido o menor aporte de material orgânico depositado ao solo. Inclusive, neste sistema de manejo não houve diferença significativa dos valores do Est. C e Est. N em relação às profundidades das camadas de solo, corroborando Maia et al. (2007) que avaliando sistemas de manejo no município de Sobral, CE, verificaram que os valores dos Est. C não reduziram com o aumento da profundidade em sistema de cultivo convencional.

Tabela 26. Valores médios do estoque de carbono (Mg ha^{-1}) em função da profundidade em diferentes ambientes.

Profundidade (cm)	Tipo de atividade (ou área)				
	Vegetação nativa	Vegetação rala	Pastagem	Agricultura anual	Agricultura permanente
0-10	14,93aA	13,49aA	11,37aAB	11,98aAB	9,04aB
10-20	12,04abA	9,52bA	8,59abA	8,49abA	8,36aA
20-30	9,32bAB	8,07bAB	6,79bB	11,06abA	8,81aAB
30-40	10,17bA	7,27bA	8,38abA	7,53bA	10,49aA

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade

Em todos os demais sistemas de manejo analisados neste trabalho, na profundidade de 0-10 cm, os valores do Est. C e Est. N foram superiores em relação às camadas subsuperficiais, com valores superiores para os sistemas VN e VR, corroborando Campanha et al. (2009) e Pinheiro et al. (2007). Entretanto, em geral, o total dos valores do Est. C correspondente a profundidade de 0-40 cm, foi observado na sequência decrescente VN ($46,46 \text{ Mg ha}^{-1}$) > AA ($39,06 \text{ Mg ha}^{-1}$) > VR ($38,35 \text{ Mg ha}^{-1}$) > AP ($36,70 \text{ Mg ha}^{-1}$) > P ($35,13 \text{ Mg ha}^{-1}$). Os menores estoques de carbono no solo das áreas de agricultura permanente e da pastagem podem estar relacionados à sua baixa produtividade e ao pastoreio intensivo, que com o decorrer do tempo, contribuem com um aporte menor de resíduos vegetais.

De acordo com Canellas et al. (2007), a manutenção da vegetação natural é importante pelo fato de que ela é capaz de promover e manter minimamente a fertilização do solo. Segundo Pulrolnik et al. (2009), estudando o Est. C e Est. N do solo submetido a diferentes

sistemas de manejo, verificaram o Est. C de 2,95 ; 2,78 e 6,96 t ha⁻¹, e de Est. N de 0,071; 0,071 e 0,180 t ha⁻¹ nos solos sob cerrado, sob pastagem e cultivado com eucalipto, respectivamente. Ao avaliar os estoques de carbono no semiárido pernambucano, Giongo et al. (2011) verificaram que os estoques de carbono na Caatinga preservada, na Caatinga alterada, pastagem com capim-buffel e cultivo irrigado de mangueira, na profundidade de 0-20 cm, foram 15,48; 12,26; 9,60 e 6,92 Mg ha⁻¹, respectivamente. Esses três últimos resultados são semelhantes aos observados no presente trabalho relacionados com vegetação natural, vegetação rala e pastagem (Tabela 26).

As variações dos valores médios dos Est. N em função dos sistemas de manejo e das profundidades das camadas de solo seguiram o mesmo comportamento das variações dos valores do Est. C, conforme pode ser observado na Tabela 27 e na Figura 17, corroborando com Barros et al. (2013). Abaixo de 10 cm, os estoques de carbono e nitrogênio do solo, sofreram o efeito da densidade do solo, tendo em vista a sua diferença significativa, entre os ambientes estudados, corroborando com Pedra et al. (2012).

Tabela 27. Valores médios do estoque de nitrogênio (Mg ha⁻¹) em função da profundidade em diferentes ambientes.

Profundidade (cm)	Tipo de atividade (ou área)				
	Vegetação nativa	Vegetação rala	Pastagem	Agricultura anual	Agricultura permanente
0-10	1,45aA	1,26aA	1,03aAB	1,16aAB	0,82aB
10-20	1,16abA	0,89bA	0,81abA	0,80bA	0,77aA
20-30	0,86bAB	0,73bAB	0,58bB	1,01abA	0,81aAB
30-40	0,91bA	0,65bA	0,77abA	0,67bA	1,00aA

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade

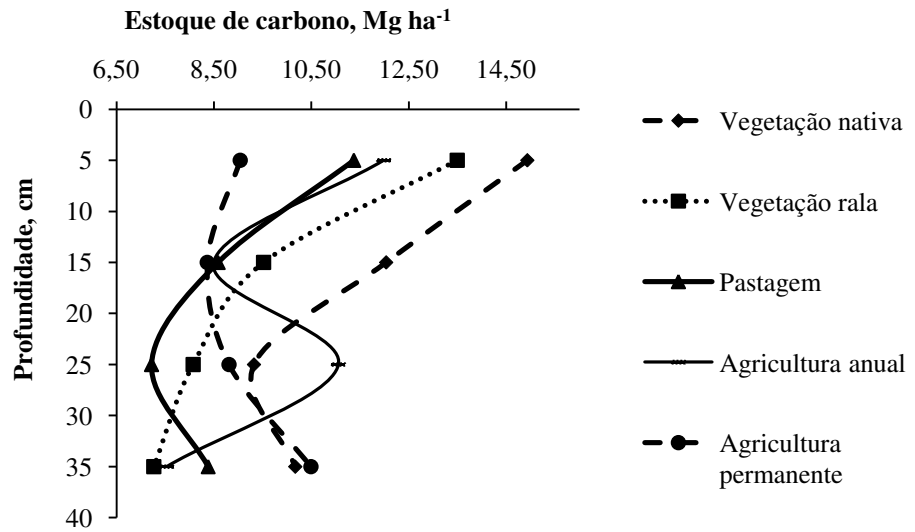


Figura 16. Estoque de carbono no solo para cada área (Vegetação natural (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

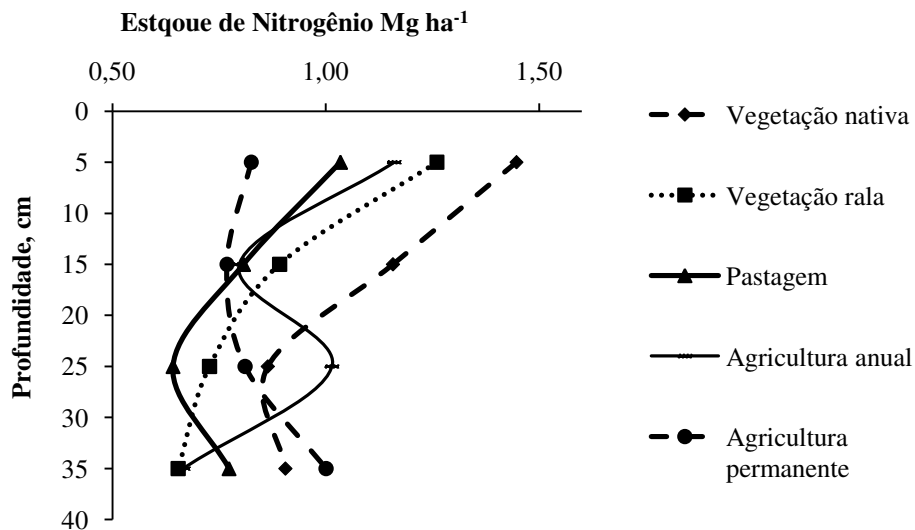


Figura 17. Estoque de nitrogênio do solo para cada área (vegetação natural (VN), vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

A retirada da vegetação nativa para introdução da agricultura e pecuária leva a importantes modificações na dinâmica das substâncias orgânicas. Neste estudo foi observado que os valores do estoque de carbono corrigidos nos sistemas de manejo sob VR, P, AA e AP

foram menores em torno de 22,57%, 28,82%, 28,05% e 30,96%, respectivamente, em relação ao Est. C corrigido, no solo da VN (Figura 18). Desta forma, a VN está desempenhando papel de sequestrador (armazenador) de carbono, pois apresentou valores de Est. C superiores aos demais sistemas de manejo (VR, P, AA e AP) os quais estão desempenhando papel de emissores de C-CO₂. Por isso é importante à manutenção das áreas de VN para compensar as emissões advindas dos sistemas de produção agrícola e pecuária no sertão paraibano.

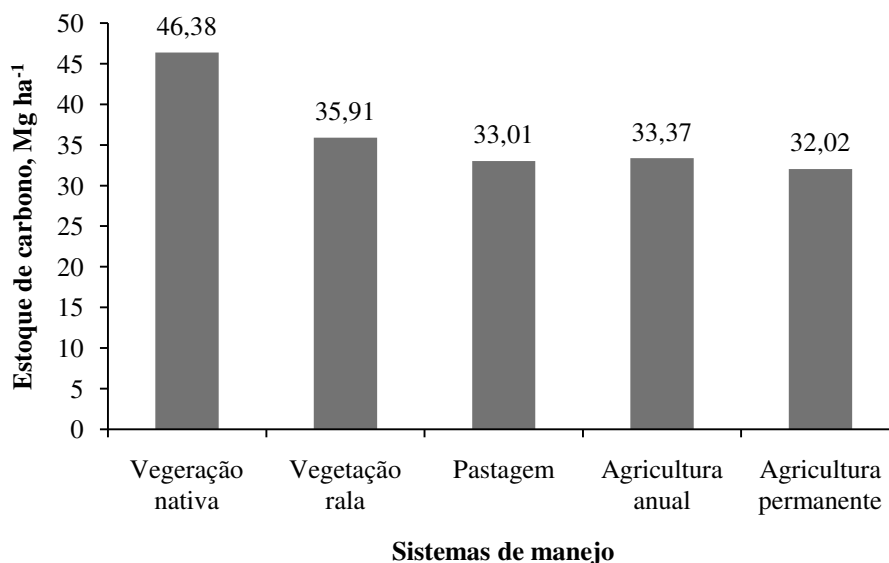


Figura 18. Estoque de carbono corrigido do solo para cada área (vegetação nativa (VN); vegetação rala (VR); pastagem (P); agricultura anual (AA); agricultura permanente (AP)) nas quatro profundidades.

Longo & Espíndola (2000), constataram diminuição dos estoques do carbono, decorrente da mudança da vegetação natural para outros usos, evidencia o efeito do manejo sobre o teor e sobre a distribuição dos componentes orgânicos em solos tropicais.

Os resultados obtidos demonstraram que a vegetação natural possui um potencial de sequestro de carbono mais elevado do que os sistemas agropecuários, indicando a relevância da manutenção destas áreas de Mata para compensar as emissões advindas dos sistemas de produção pecuária e agrícola no sertão paraibano.

No contexto da investigação sobre os atributos químicos e dos estoques de carbono e nitrogênio do solo, para uma exploração agropecuária viável e ambientalmente correta na região do estudo, destaca-se a relevância da investigação das condições socioeconômicas e ambientais para que possam nortear práticas conservativas, planejamento agropecuário dessas áreas e definições de políticas públicas de desenvolvimento sustentável.

4.3. Condições socioeconômicas e ambientais

Tomando como referência a equação proposta por Rocha (1997), a amostra significativa para a realização da presente pesquisa seria composta por 66 domicílios o que abrangeria aproximadamente 31% dos domicílios da localidade. Entretanto foram visitados 68 domicílios, o que correspondeu aproximadamente a 32% de todos os domicílios da localidade, onde se tomou como participante da entrevista o chefe da família ou seu cônjuge. A referida pesquisa foi realizada no período de 10 de maio a 15 de julho de 2013.

Conforme Abreu (2013), para expressar melhor entendimento, ao invés de serem atribuídas sete classes, optou-se pela utilização de apenas cinco classes, com intervalo de 20 unidades cada, sendo estas categorizadas como de baixíssima deterioração, baixa deterioração, média deterioração, alta deterioração e de altíssima deterioração, conforme exposta na Tabela 28.

Tabela 28. Categorização e intervalos de classes

Classes	Intervalo de classes (%)
Baixíssima deterioração	0-20
Baixa deterioração	20-40
Média deterioração	40-60
Alta deterioração	60-80
Altíssima deterioração	80-100

4.3.1. Condições sociais

A compreensão da complexa relação entre sociedade e natureza vem se aprimorando especialmente a partir do século XX, tendo em vista esta complexidade torna-se indispensável à participação social na gestão da biodiversidade local e avaliação dos fatores socioeconômicos e culturais presentes no espaço no qual está inserido.

Os valores agravantes, no diagnóstico social, são decorrentes dos elevados valores modais encontrados para os indicadores que compõem a variável demográfica e habitação, mais especificamente, idade do chefe de família, grau de instrução do chefe de família, média de idade do núcleo familiar e eliminação de lixos, que apresentaram moda de valores indesejáveis, ou seja, valor máximo para a moda (10). Tendendo a valores altos, encontra-se o indicador participação em organização (variável associação), infestação de pragas (variável salubridade rural) apresentando valor modal igual a 7, e combate a pragas (variável salubridade rural) que apresentou valor modal 5. Outro resultado relevante está relacionado ao número de pessoas que compõe a família, neste sentido, verificou-se que 30% das famílias pesquisadas são compostas por uma a duas pessoas, reduzindo assim a força de trabalho, fenômeno característico do êxodo rural (Apêndice 06).

O diagnóstico socioeconômico na microbacia hidrográfica do Riacho Val Paraíso - PB identificou que há uma predominância de chefes de família do sexo masculino (77,9%). Na Figura 19 é apresentada a faixa etária dos proprietários entrevistados, constatou-se que 20,6% dos produtores possuem mais de 66 anos, entre os produtores entrevistados todos apresentaram idade superior a 25 anos de idade. Esses dados apontam um fato comum na região semiárida que na ausência de atividades rentáveis, os mais jovens migram, permanecendo idosos e crianças, geralmente dependentes de transferências do poder público. Diante disso, fica explícita a demanda por implantação de políticas públicas no sentido de mitigar o êxodo rural, o que possibilitaria que a população do campo tivesse perspectiva de desenvolvimento em seu local de origem.

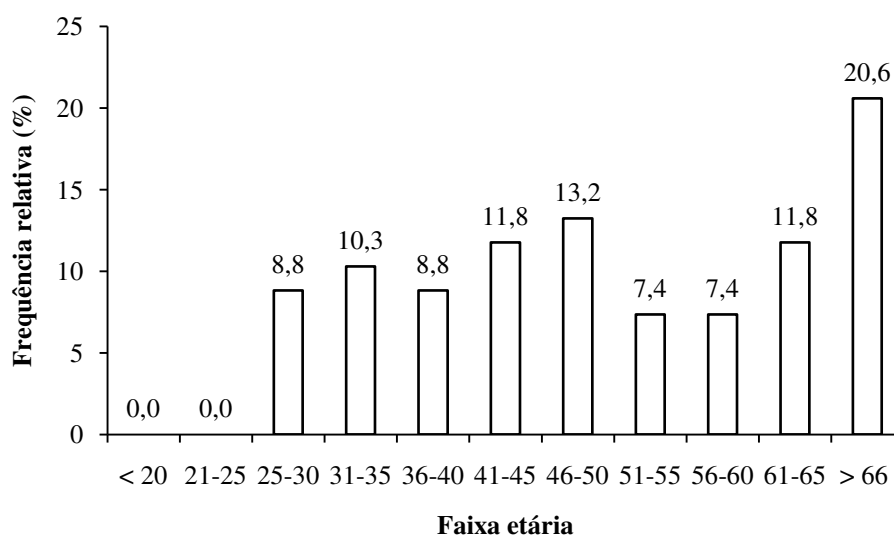


Figura 19. Frequência relativa da faixa etária do chefe da família.

Ao investigarem os aspectos determinantes do desmatamento em Cachoeira dos Índios – PB, Oliveira et al. (2012) verificaram que os agricultores apresentam uma faixa etária entre 40 e 50 anos de idade.

Os resultados apontam que 19,1% da população pesquisada apresenta uma média de idade do núcleo familiar acima de 66 anos de idade. Observou-se também que 63,2% das famílias são compostas por 3 a 4 pessoas, e 27,9% são compostas por apenas uma ou duas pessoas no núcleo familiar.

Com relação ao nível de escolaridade foi observado que 47,1% dos produtores entrevistados são analfabetos (Figura 20), sendo que 41,2% estudaram até o quinto ano do Ensino Fundamental, constituindo assim um nível baixo de escolaridade. Diante desse panorama ressalta-se a necessidade de implantar uma educação do campo com o objetivo de criar meios que possibilitem a permanência dos mesmos na propriedade, ou seja, uma educação que seja capaz de atender as especificidades do campo, adequada ao modo de viver, pensar e produzir das populações identificadas com o campo.

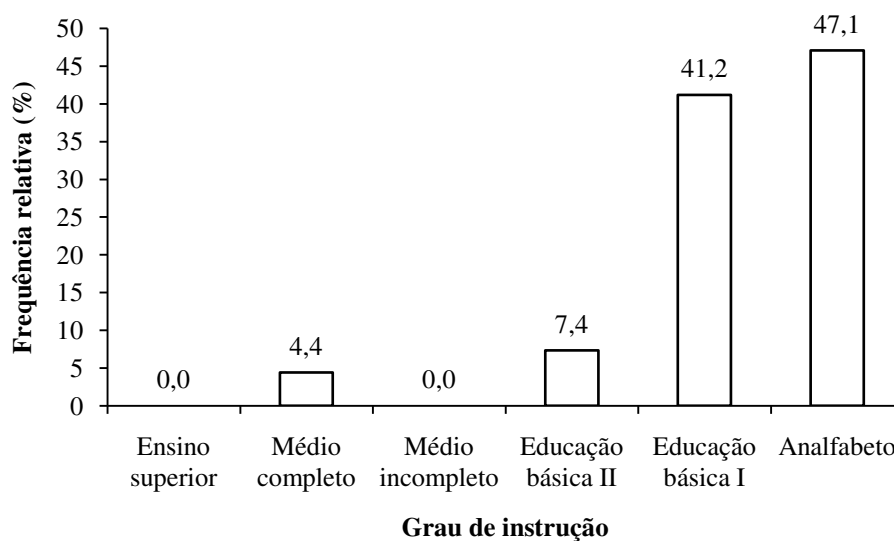


Figura 20. Frequência relativa do grau de instrução do chefe de família.

Resultados semelhantes foram encontrados por Lacerda et al. (2010) ao realizar uma avaliação do impacto do programa Bolsa Família no município de Conceição –PB, verificaram que a maioria dos entrevistados (42%) eram analfabetos. Neste sentido, Vásquez et al. (2008) ao pesquisarem o perfil dos produtores orgânicos nos assentamentos Frei Damião e Santo Antônio, no município de Cajazeiras – PB, verificaram que 67% dos produtores não concluíram o Ensino Fundamental. Tavares (2009), em pesquisa realizada no Semiárido paraibano, em três comunidades constatou um alto índice de analfabetismo, variando entre 21 e 38%.

Ao investigar o tipo de habitação (Figura 21) foi verificado que 77,9% das moradias pesquisadas foram classificadas como casas de alvenaria em bom estado de conservação, reduzindo assim a vulnerabilidade e os riscos da população às doenças decorrentes da insalubridade. Os dados também indicam que todas as casas das comunidades visitadas possuem cobertura de energia elétrica, favorecendo assim melhorias nas condições de vida das populações rurais.

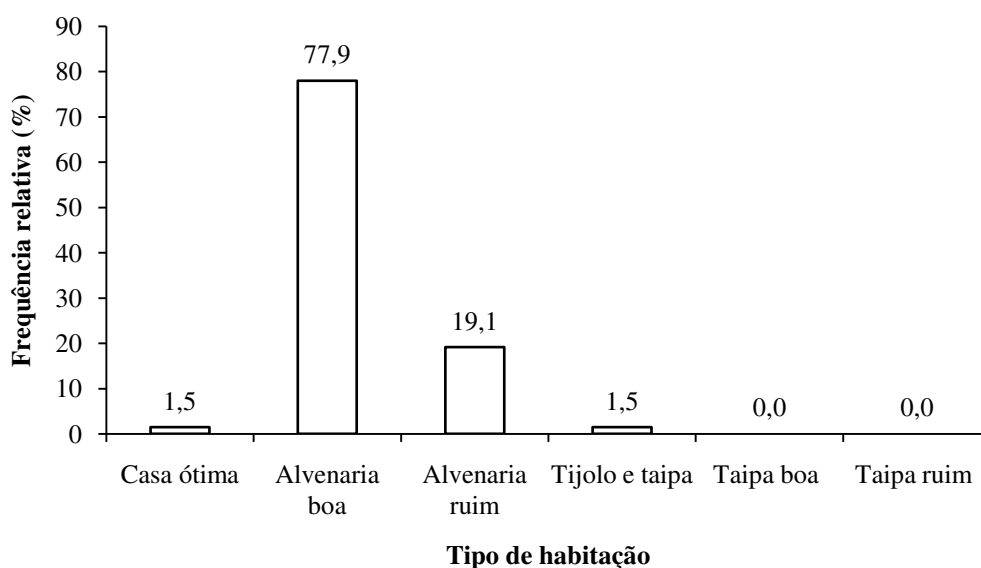


Figura 21. Frequência relativa do tipo de habitação.

No que se refere ao tipo de fogão utilizado nas residências constatou-se que 67,6% das moradias utilizam uma associação entre o gás GLP, lenha e carvão; 30,9% utilizam apenas gás GLP e um baixo índice de 1,5% utilizam apenas carvão e lenha, corroborando com Menino (2013). Estes dados indicam a pressão antrópica sobre os recursos florestais na região, provocando assim a redução de espécies nativas nas proximidades das residências. Quanto ao uso da vegetação seja para utilização direta ou produção do carvão vegetal não há preferência por espécies vegetais sendo utilizadas aquelas que mais facilmente são encontradas. Na região, segundo relato dos produtores, ocorreu nos últimos anos uma redução na utilização da lenha e carvão para a cocção dos alimentos, tendo em vista que a pressão antrópica provocou uma redução significativa na quantidade de espécies florestais nas proximidades das residências.

Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. (2012) pesquisando os aspectos socioeconômicos e a percepção dos agricultores em relação a degradação ambiental no Serrote do Quati em Cachoeira dos Índios – PB, verificaram que 81% dos entrevistados utilizam carvão vegetal e gás de cozinha como fonte de energia para cozimento dos alimentos.

O elevado consumo de madeira tem provocado sérios impactos ambientais no Bioma Caatinga e acentuado a susceptibilidade do solo à erosão, pois no Semiárido, a lenha representa uma relevante fonte de energia, sendo para muitos, uma importante alternativa para autoconsumo na forma natural e/ou processada (carvão).

Segundo os resultados obtidos, 79,4% dos proprietários entrevistados empregam algum tipo de tratamento na água de beber, ainda assim, um número significativo de residentes (20,6%) afirmou que consomem água não potável. De acordo com o relato dos entrevistados o principal tratamento empregado na água de beber é adição de hipoclorito de sódio e filtragem da água em filtros domésticos.

Estes resultados corroboram com os encontrados por Barros et al. (2013) que pesquisando assentamentos rurais no município de Cajazeiras – PB verificaram que 80% dos agricultores empregam algum tipo de tratamento na água de beber. De acordo com Tavares (2009), o tratamento da água utilizada pela família é essencial tendo em vista que a utilização de água sem tratamento prévio promovem a veiculação de doenças infecto-contagiosas conduzidas por via hídrica.

Segundo os moradores entrevistados, 75% da origem da água utilizada para o consumo humano é proveniente de poços artesianos, 11,8% utilizam água de cisternas e 13,2% utilizam água distribuída por meio de carro pipa. Segundo a população entrevistada quando ocorre redução da água dos poços artesianos, passam a utilizar água distribuída por meio de carro pipa, ainda segundo exposição dos entrevistados esta água passa por um processo de desinfecção antes de ser distribuída nas residências, a utilização de água distribuída por meio de carro pipa evidencia a insegurança hídrica da região.

Com relação à destinação dos dejetos, verificou-se que nenhuma propriedade é atendida por rede pública de esgoto; 50% das residências pesquisadas possuem fossa negra ou séptica para destinação dos dejetos e 50% eliminam os dejetos livremente, esses dados demonstram que nas comunidades pesquisadas as condições sanitárias são deficitárias. Este fato está em desacordo com a Lei 11.445 de cinco de janeiro de 2007, no § IV do Art. 49, que define como um dos objetivos da Política Federal de Saneamento Básico, proporcionar condições adequadas de salubridade ambiental às populações rurais.

Com relação à eliminação de resíduos sólidos foi verificado que 47,1% enterram ou queimam e 52,9% eliminam livremente, constituindo assim uma questão problemática tendo em vista que o poder público local não realiza a coleta dos resíduos sólidos, fazendo-se necessário a adoção de medidas emergenciais e educacionais com vistas à mitigação da contaminação local. Os resultados encontrados na presente pesquisa são contrários aos encontrados por Santos et al. (2009) para microbacia do Riacho Oiti verificaram que apenas 14,3% dos entrevistados eliminam os resíduos sólidos livremente.

Quanto a variável participação em organização constatou-se que 92,6% dos entrevistados participam da associação local de agricultores e 7,4% não são associados, dados semelhantes foram encontrado por Santana et al. (2008) ao realizarem um diagnóstico socioeconômico na comunidade Pindoba, situada no município de Areia - PB, verificaram que 60% dos entrevistados participam de associações comunitárias. Esse é um indicador positivo, tendo em vista que a organização social é capaz de proporcionar melhores condições de vida para a comunidade, fazendo-se necessário que estas associações procurem dinamizar suas ações com vistas à melhoria das condições socioeconômicas e ambientais das propriedades rurais.

Ao ser questionado sobre a infestação de pragas no ano de 2012 a maioria dos entrevistados (41,2%) afirmou que a infestação foi elevada, fator que contribuiu juntamente com a irregularidade hídrica, para a baixa produção agrícola no ano de referência (Figura 22).

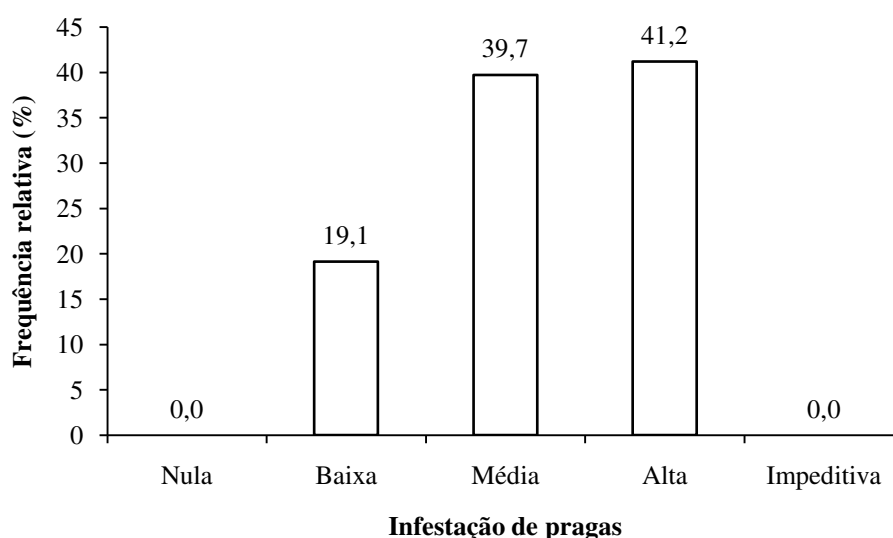


Figura 22. Frequência relativa da infestação de pragas.

Segundo os agricultores, 42,6% combatem as pragas eventualmente, 26,5% fazem o combate de pragas com frequência e 30,9% não utilizam nenhuma técnica no combate de pragas, segundo os produtores no combate de praga são utilizados pesticidas, seja eventualmente ou sistematicamente, resultados semelhantes foram verificados por Santos et al. (2009).

A variação dos valores (máximo, mínimo e moda) encontrados na área estudada com ênfase para o fator social, o que engloba as variáveis demográficas, habitação, organização da

comunidade e salubridade é apresentada na Figura 23. Observa-se nesta figura que as variáveis demográfica, salubridade e organizacional apresentam o valor modal próximo ao valor máximo atribuído, o que conseqüentemente contribuirá para o aumento do índice de deterioração social, corroborando Franco et al. (2005).

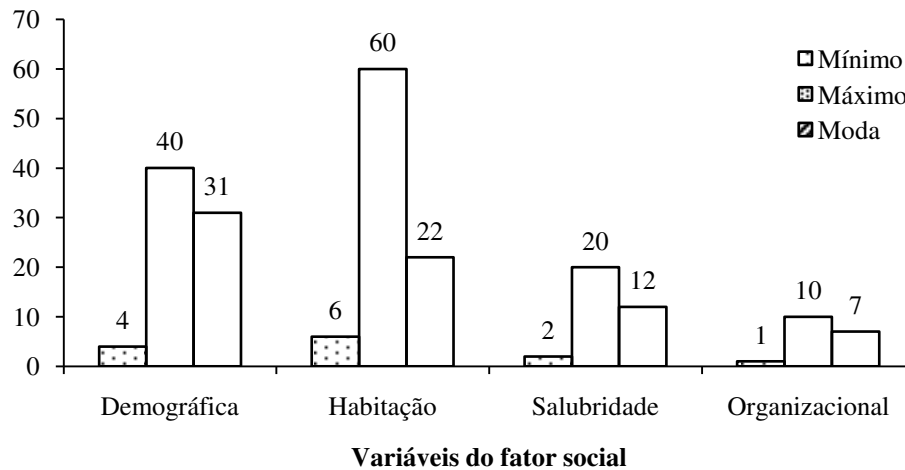


Figura 23. Valores de máximo, mínimo e moda para as variáveis do fator social.

De acordo com a Figura 24, a reta da variável habitacional apresentou a menor inclinação, o que implica dizer que qualquer que seja a variação do valor significativo haverá uma pequena variação na deterioração; por outro lado a reta da variável organizacional indicou maior inclinação tendo em vista que apenas uma variável foi analisada, ou seja, uma variação menor no valor significativo implica em uma variação maior na deterioração.

De acordo com a Tabela 28 a variável habitação foi classificada como baixa deterioração, a variável salubridade foi classificada como média deterioração e as variáveis organizacional e demográfica foram classificadas como alta deterioração.

A variável habitação apresentou o menor valor da deterioração (29,63%) para o fator social, semelhante ao valor encontrado por Ferreira et al. (2008). Os indicadores que contribuíram para que a variável habitação apresentasse a menor deterioração, ao ser comparada com as outras variáveis do fator social, foi o tipo de habitação uma vez que a maior parte das pessoas pesquisadas residem em casa de alvenaria boa e utilizam água potável para o consumo familiar. A variável demográfica apresentou a maior deterioração (75%) entre

as variáveis do fator social, valor superior ao encontrado por Baracuhy (2001) que verificou uma deterioração demográfica na ordem de 39,81% para a microbacia do Riacho Paus-Branco. Na presente pesquisa os indicadores que mais contribuíram para esse alto valor de deterioração demográfica foi a idade e o grau de instrução do chefe da família e a média de idade do núcleo familiar.

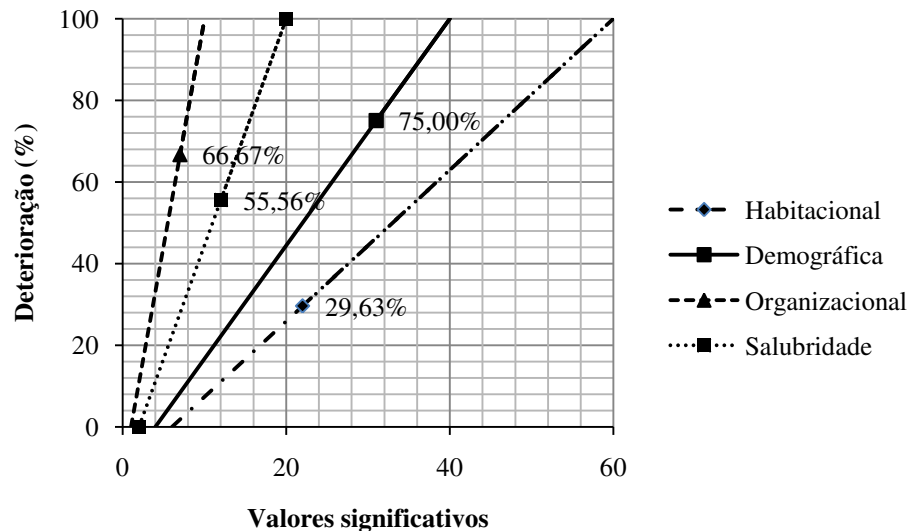


Figura 24. Deterioração para cada variável do fator social.

As variáveis salubridade e organizacional também apresentaram altos índices de deterioração 55,56 e 66,67%, respectivamente. Os valores da salubridade foram inferiores aos encontrados por Franco et al. (2005) que ao avaliar os fatores de risco da deterioração ambiental ocasionada pela exploração agropecuária e extrativismo vegetal, verificou-se uma deterioração de 100% para esta variável. Abreu et al. (2011) com o objetivo de determinar o grau de deterioração social da microbacia hidrográfica Riacho da Igreja, identificaram o índice de deterioração de 100% e 40,74% para as variáveis de organização social e salubridade.

A variável demográfica, organizacional e salubridade foram as que mais contribuíram para o alto índice de deterioração social (50,43%), como pode ser observado na Figura 25, corroborando Alves & Alves (2012). Este índice encontrado indica que mais da metade da área social se acha deteriorada; a deterioração, 50,43%, encontra-se muito acima do valor

aceitável estipulado por Rocha (1997) que segundo sua metodologia o valor máximo tolerável para a deterioração é 10%. Conforme Tabela 28, o fator social apresentou média deterioração.

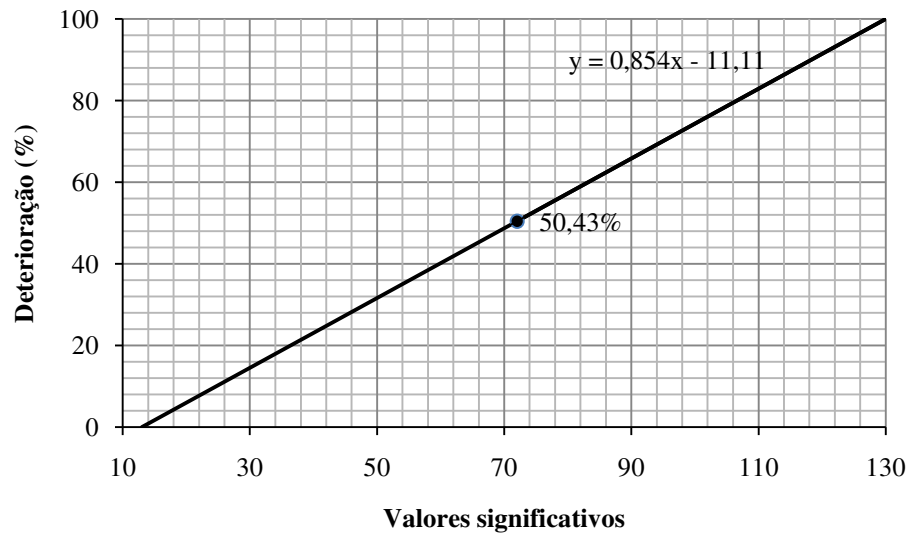


Figura 25. Deterioração do fator social.

Ao avaliar a situação socioeconômica da microbacia do Riacho da Serra, Ferreira et al. (2008) identificaram uma deterioração social de 30,98%, sendo que a principal variável que contribuiu para este índice foi o diagnóstico alimentar.

4.3.2. Condições econômicas

A atividade preponderante desenvolvida nas propriedades é a agropecuária. Com relação a pecuária os principais rebanhos são bovinos, aves, suínos, caprinos e ovinos, já em relação as práticas agrícolas na região estudada destaca-se o cultivo do milho e feijão, de acordo com o relato dos entrevistados ocorre também na região o cultivo de outras culturas a exemplo do coqueiro, goiabeira, laranjeira, entre outras. Essas atividades econômicas são praticadas de maneira incerta tendo em vista as condições climáticas da região que limitam a produção local.

Segundo Feitosa et al. (2011) o fato de haver nas propriedades rurais uma diversidade de cultivos proporciona ao pequeno produtor a busca de melhores combinações de cultivo, com o objetivo de diversificar a produção e obter outras fontes de alimento e renda.

De acordo com a Figura 26, no ano de 2012, a produção agrícola média ficou abaixo da média; este fato está relacionado diretamente ao período de escassez hídrica na região semiárida que comprometeu tanto a produção agrícola como a pecuária.

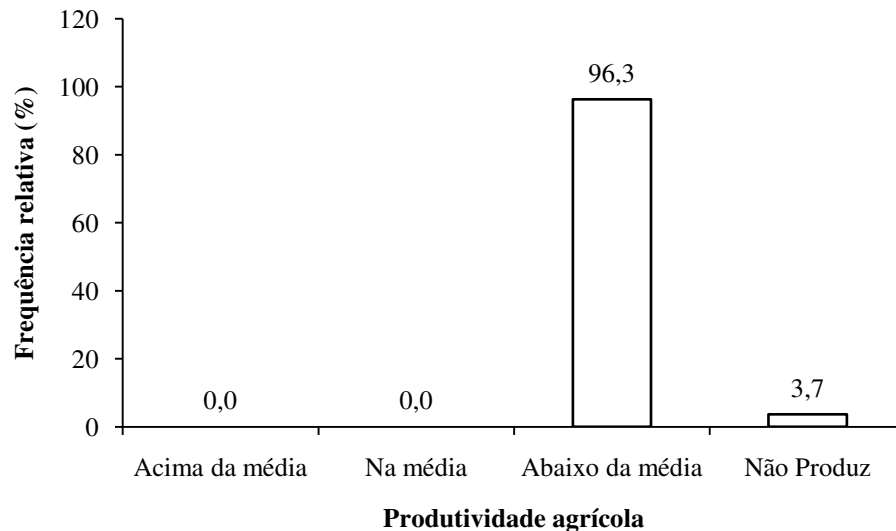


Figura 26. Frequência relativa da produtividade agrícola média.

Com relação ao florestamento e manutenção da vegetação nativa (Figura 27) foi observado que 58,8% das propriedades apresentam um índice de florestas abaixo de 1%, corroborando com Sousa (2010). Este resultado é preocupante tendo em vista que a redução da cobertura vegetal intensifica o processo erosivo do solo e contribui para o assoreamento dos corpos hídricos, com consequente desequilíbrio na biota e da ambiência da microbacia.

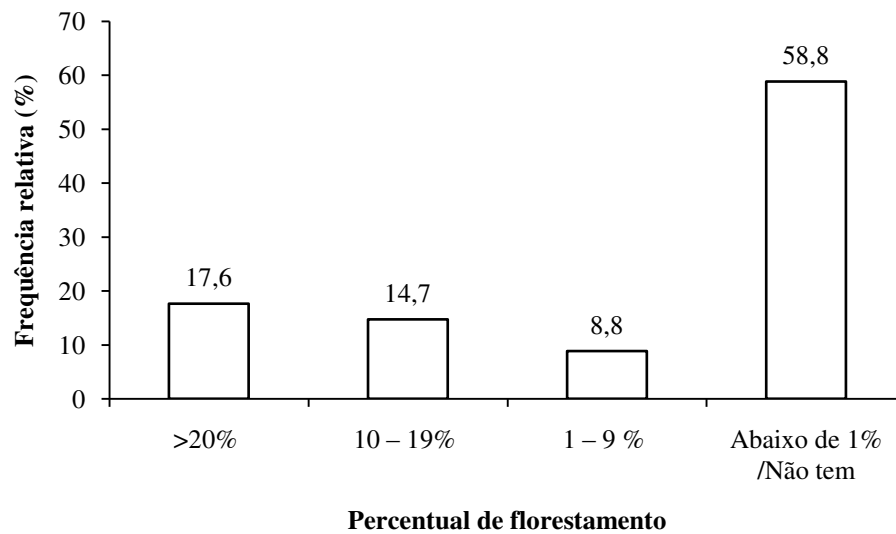


Figura 27. Frequência relativa do percentual de florestamento.

Com relação à pastagem plantada, a maioria (35,3%) não possui nenhum tipo de pasto plantado; 32,4% possuem pasto degradado invadido por ervas daninhas ou invasoras; 16,2% possuem pasto conservado sem reserva alimentar estratégica; 13,2% adquirem volumoso extra e 20,9% possuem pasto conservado e realizam ensilagem. Os dados demonstram que a reserva para alimentação animal é insuficiente, especialmente para os períodos de escassez hídrica. Esses resultados apontam para a vulnerabilidade da produção pecuária, indicando a necessidade de capacitação em produção, armazenamento e agricultura sustentável, com vistas à manutenção do solo agricultável e do suporte à alimentação pecuária.

A Figura 28 mostra que 45,6% dos agricultores entrevistados possuem apenas um animal para o trabalho do campo, no entanto 20,6% não possuem nenhum animal e apenas 7,40% possuem três ou mais animais para o trabalho.

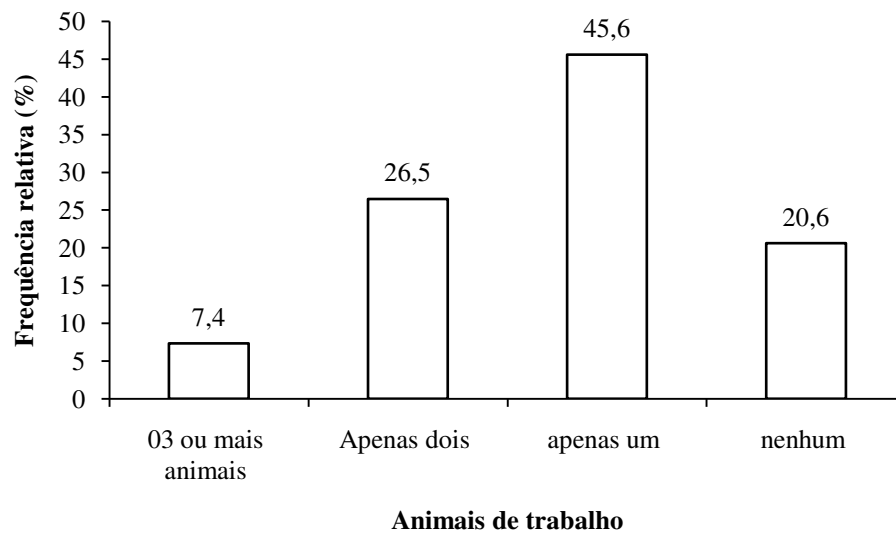


Figura 28. Frequência relativa dos animais de trabalho.

Com relação aos animais de produção (Figura 29) 33,8% possuem três tipos e 22,1% possuem quatro ou mais. Esses dados indicam que apesar das adversidades climáticas enfrentadas pelos produtores, o homem do campo mantém uma diversidade de animais para consumo humano o que contribui para a sobrevivência e permanência no campo. Se adotado medidas protetivas ao meio ambiente, a pecuária no semiárido torna-se uma estratégia relevante à medida que é menos susceptível às intempéries quando comparada com a agricultura.

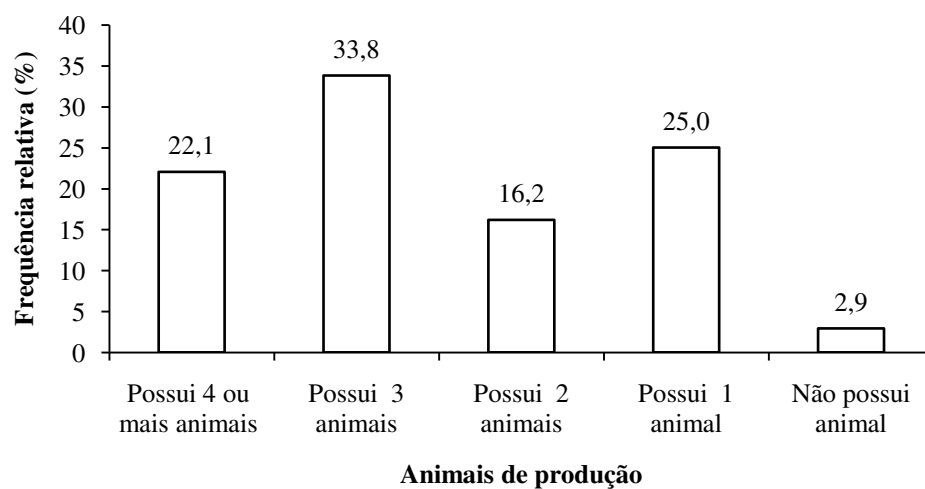


Figura 29. Frequência relativa dos animais de produção

Quanto à venda da produção pecuária foi constatado que 52,9% dos produtores entrevistados vendem a produção pecuária excedente diretamente aos marchantes (varejistas); 27,9% vendem a intermediários; 10,3% não vendem; 7,4% vendem aos frigoríficos e 1,5% vende diretamente ao consumidor. Resultados semelhantes foram encontrados por Alves et al. (2012) verificaram que 68% dos agricultores pesquisados vendem o excedente da produção pecuária aos varejistas locais.

Com o objetivo de compreender a vulnerabilidade da agricultura familiar aos fatores climáticos e ambientais do semiárido na região do Seridó do Rio Grande do Norte, Andrade et al. (2013) constataram que apenas 58,5% dos produtores comercializam a produção agropecuária excedente e desse total 56,7% dependem de atravessadores.

Com relação à produção agrícola e florestal 86,80 e 95,60%, respectivamente, realizam nenhum tipo de venda. Quanto à fonte de crédito agrário 73,5% afirmaram que recorrem aos bancos oficiais, 20,6% nunca realizaram nenhum tipo de empréstimo e 4,4% responderam que não tem acesso ao crédito.

No tocante a renda mensal da propriedade (Figura 30) verifica-se que 40,6% afirmaram que a renda está entre meio e um salário mínimo. Foi identificado que os produtores (70,6%) possuem outros tipos de rendas, entre as rendas complementares foram citadas a aposentadoria/ pensões, bolsa família, seguro safra e bolsa estiagem, fato constatado também por Santana et al. (2008). Foi verificado também que 30,9% da população pesquisada apresentam uma renda total mensal entre 1 e 2 salários mínimos. Dessa forma, estas fontes extras de renda permitem um melhor planejamento orçamentário e as famílias não ficam dependendo apenas da produção agropecuária que ficam comprometidas especialmente nos períodos de baixa pluviosidade.

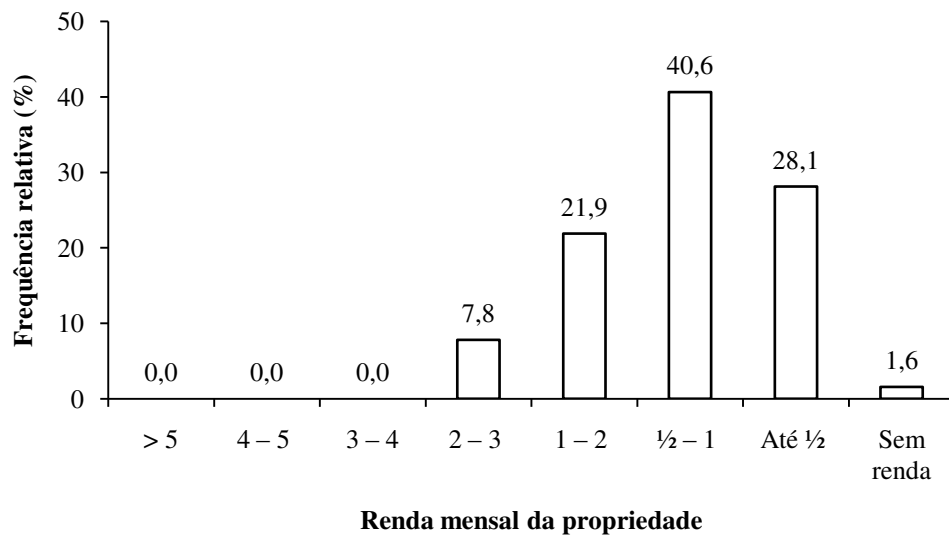


Figura 30. Frequência relativa da renda mensal da propriedade.

Os resultados anteriormente apresentados confirmam os encontrados por Santos & Rebello (2012) ao analisar o perfil socioeconômico e tecnológico dos pequenos produtores de feijão-caupi no município de Primavera – PA verificaram que os moradores possuem uma renda familiar inferior a um salário mínimo.

As variáveis, produção, animais de trabalho e comercialização apresentaram os valores modais próximos dos valores máximos atribuídos, contribuindo assim para uma elevada deterioração econômica da área estudada (Figura 31).

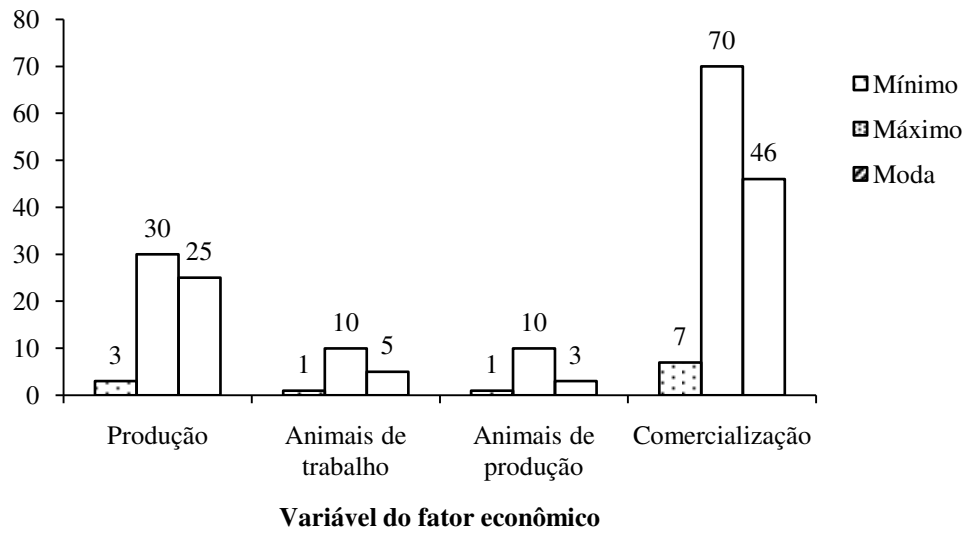


Figura 31. Valores de máximo, mínimo e moda para as variáveis do fator econômico.

Como pode ser observado na Figura 32, as variáveis produção e comercialização foram classificadas como alta deterioração, a variável animais de trabalho foi classificada com média deterioração e a variável animais de produção de acordo com a Tabela 28 foi classificada como baixa deterioração.

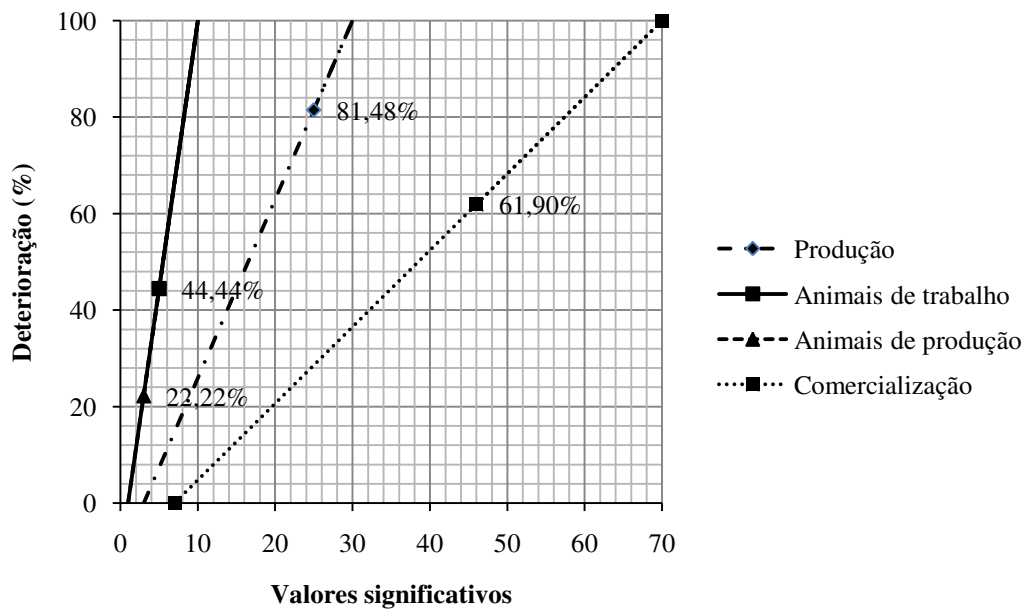


Figura 32. Deterioração para cada variável do fator econômico.

O diagnóstico econômico apresentou valores agravantes decorrentes da falta de florestamento e manutenção da vegetação nativa (variável produção); na região o florestamento nas propriedades está abaixo de 1% e os produtores não possuem pastagens plantadas; os produtores não vendem a produção agrícola e florestal (variável comercialização, crédito e rendimento) o que gerou valor de moda muito elevado (valor 10). A renda da propriedade (variável comercialização, crédito e rendimento) apresentou valor modal elevado (valor 9), e a renda total apresentou moda igual a 7, o que está relacionada, diretamente, ao incremento financeiro proporcionado por outras fontes de renda, mais especificamente, bolsa família e aposentadorias (Apêndice 06).

Os indicadores que mais contribuíram para os valores elevados da deterioração produção foram florestamento e pastagem plantada. Com relação à variável comercialização, crédito e rendimento os itens que mais contribuíram para o alto índice de deterioração foi o fato da população não vender a produção agrícola, florestal e a propriedade ter apresentado no ano de 2012 uma renda inferior a um salário mínimo mensal.

Para o fator econômico, a variável animal de produção apresentou o menor índice de deterioração; isso ocorre devido o fato de que a maioria da população residente na microbacia possui no mínimo três tipos de animais de produção. Já em relação aos animais de trabalho verificou-se que a maioria da população possui apenas um animal de trabalho.

As variáveis produção e comercialização crédito e rendimento foram as que mais contribuíram para o alto índice de deterioração econômica, 62,04%, (Figura 33) indicando que mais da metade do fator econômico encontra-se deteriorado. Este valor estar muito acima de 10%, valor máximo tolerável conforme Rocha (1997).

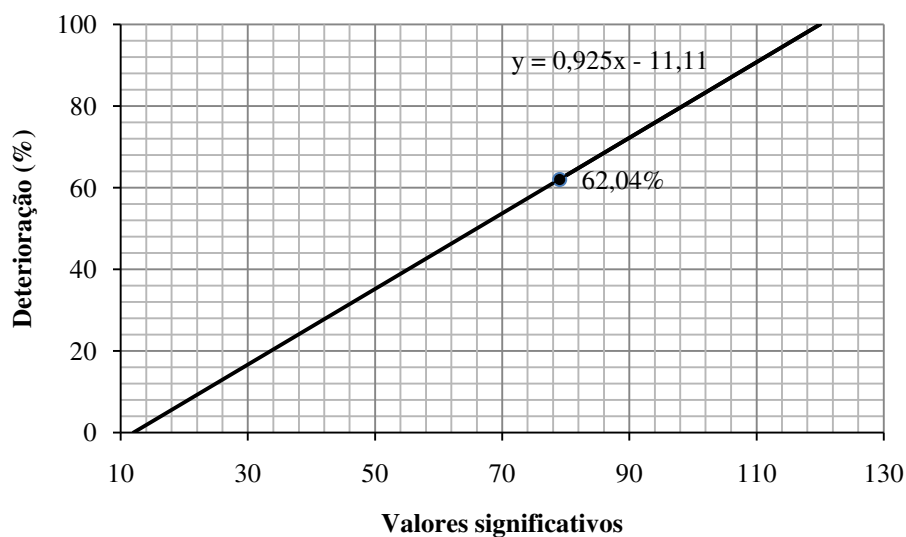


Figura 33. Deterioração do fator econômico.

O índice de deterioração econômica foi inferior ao encontrado por Franco et al. (2005), que encontraram uma deterioração econômica na ordem de 80%. Verifica-se que a deterioração econômica (63,33%) encontrada por Ferreira et al. (2008) é semelhante ao índice de deterioração encontrados na presente pesquisa.

4.3.3. Condições tecnológicas

A pequena propriedade é dominante na região, 57,4% apresentam menos de 20 ha e com aproveitamento acima de 50%, 20,6% possuem propriedade com menos de 20 ha e com aproveitamento de até 50% e 14,7% possuem a propriedade com mais de 20 ha e com aproveitamento de até 50%. De acordo com as afirmações dos produtores, nota-se que o tamanho reduzido das propriedades e a falta de acesso à água são fatores limitantes para a diversificação dos cultivos.

De acordo com Sousa (2007) a predominância de pequenas propriedades e a ausência de práticas de conservação da terra fazem com que as famílias utilizem, irracionalmente e continuamente, os recursos naturais e, dessa forma, exaurem rapidamente todos os recursos

naturais, comprometendo a estrutura dos solos e contribuindo para o processo de desertificação das terras agrícolas.

Foi observado que os integrantes do núcleo familiar trabalham na propriedade, constituindo relações de cooperação para compor a renda familiar, com relação ao tipo de posse (Figura 34) constatou-se que 64,7% dos entrevistados são proprietários da terra. Corroborando com Santana et al. (2008), ao realizarem um diagnóstico socioeconômico na comunidade Pindoba, situada no município de Areia - PB, verificaram que 80% dos entrevistados são administradores das propriedades.

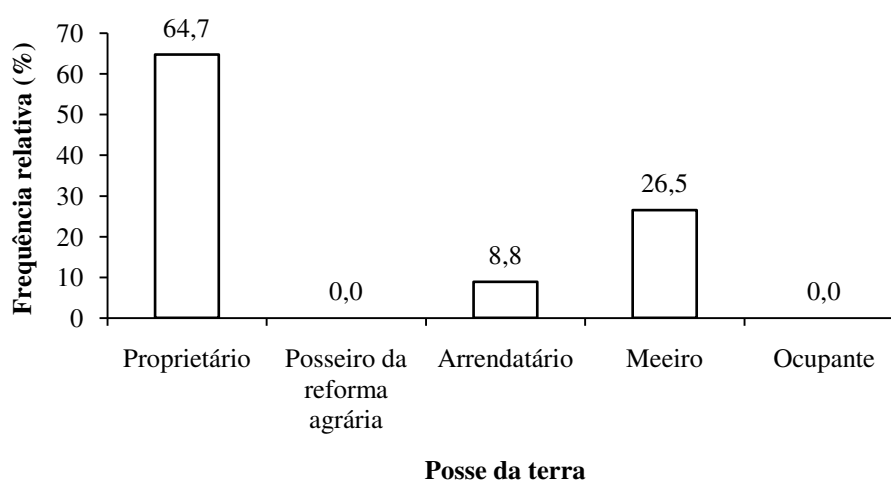


Figura 34. Frequência relativa do tipo de posse da terra.

Sobre a realização de adubação e/ou correção dos solos agrícolas, 86,8% responderam que não adotam estas práticas na propriedade; apenas 8,8% realizam algum tipo de adubação orgânica; 2,9% realizam eventualmente adubação química e 1,5% dos produtores entrevistados realizam conjuntamente a adubação química e orgânica, corroborando Santana et al. (2008). Observa-se que a maioria não tem o hábito de realizar a adubação orgânica em suas propriedades o que favoreceria significativamente a fertilidade natural do solo e consequentemente iria refletir positivamente na produtividade agrícola. Logo, um planejamento adequado quanto às práticas de adubação e a correção são capazes de proporcionar um bom rendimento na agricultura.

No tocante ao tipo de ferramenta empregada para o trabalho da terra, verificou-se que 95,6% utilizam apenas ferramenta manual, 2,9% mecânica e 1,5 ambos os tipos de ferramentas. Este fato contribui para a insegurança da produtividade agrícola, de acordo com

relato dos entrevistados o produtor fica dependente de ações do governo municipal para o preparo do solo para o plantio e nem sempre os serviços disponibilizados atendem as reais necessidades da população local.

Foi investigado também o tipo de transporte utilizado para escoamento da produção e deslocamento dos membros da família, 32,4% utilizam motocicleta; 30,9% utilizam carroça com tração animal; 14,7% utilizam transporte alternativo; 8,8% não possuem nenhum tipo de transporte; 7,4% possuem veículo próprio; 2,9% utilizam transporte animal e 3% utilizam bicicleta ou carroça de mão.

Com relação ao tipo de preparo do solo 82,4% procuram preparar o solo na forma de contorno e 17,6% a favor do declive. De acordo com a fala dos entrevistados fica evidente que os mesmos compreendem a importância da adoção dessas medidas para a contenção de perdas do solo.

Com relação à reserva para alimentação animal 86,8% responderam que procuram reservar alimentação para o gado para atender as necessidades especialmente nos períodos de estiagem e 13,2% não possuem. Como discutido anteriormente, a maioria da população local não realiza a plantação de pasto, logo, essa reserva alimentar não é suficiente para os períodos de estiagem e segundo os produtores entrevistados geralmente se resume a estocar parte do milho colhido.

Quanto as práticas de conservação do solo, 83,8% dos entrevistados responderam que procuram empregar algumas práticas, as mais citadas foram plantio consorciado, cultivo mínimo e cobertura morta, corroborando Santos et al. (2009) que ao procurar mensurar o grau de deterioração ambiental da microbacia hidrográfica do Oiti no município de Lagoa Seca – PB, verificaram que 78,6% dos entrevistados tomam alguma medida para conservação do solo.

Quanto ao uso de irrigação (Figura 35) foi verificado que 58,8% não realizam esta prática, Alves et al. (2012) ao realizar a investigação na microbacia hidrográfica do Riacho Namorado verificaram que 84% dos entrevistados não usam irrigação.

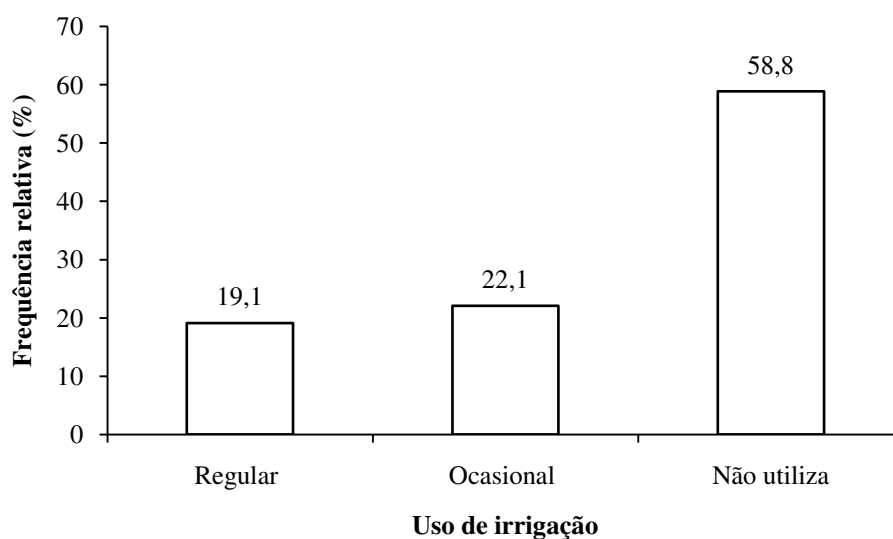


Figura 35. Frequência relativa quanto ao uso da irrigação.

No tocante ao recebimento de alguma assistência técnica foi verificado que 91,2% da população entrevistada não recebem nenhum tipo de assistência técnica; 4,4% recebem ocasionalmente e segue as orientações; 1,5% recebem orientações regularmente e nem sempre segue as orientações e 2,9% recebem ocasionalmente e nem sempre segue as orientações. Neste sentido, a falta de assistência técnica, seja por meio de órgãos do governo ou sociedade civil organizada, é um fator significativo tendo em vista que a avaliação e o acompanhamento das práticas agropecuárias são relevantes para a concretização de um desenvolvimento local sustentável. Ou seja, a inexistência de assistência técnica adequada por parte dos órgãos do governo impossibilita a implementação de práticas conservacionistas que sejam capazes de conciliar produção com conservação e preservação.

Quanto à forma de exploração da pecuária (Figura 36), foi verificado que 86,9% dos entrevistados exploram a pecuária de forma semiextensiva, com recolhimento à tarde para suplementação alimentar, corroborando Sousa (2010).

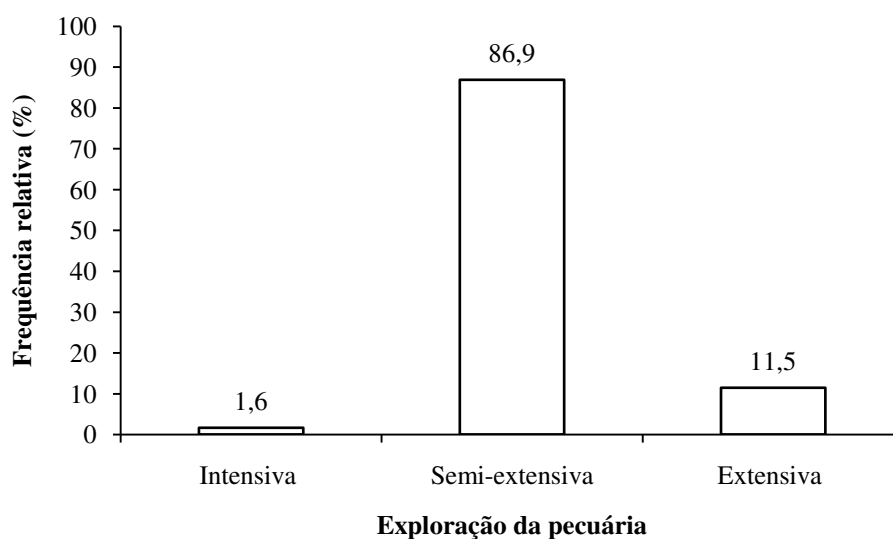


Figura 36. Frequência relativa das formas de exploração da pecuária.

Quanto à posse de máquinas agrícolas, foi verificado que 97,1% dos proprietários possuem algum tipo de máquina agrícola e 2,9% não possuem. Dentre as máquinas citadas destacam-se o uso de cultivador, carroça, fôrrageira, motor bomba, pulverizador e plantadeira manual.

Foi verificado que 97,1% dos entrevistados não realizam nenhum tipo de artesanato, este fato é negativo para as comunidades entrevistadas tendo em vista que a produção de algum tipo de artesanato permitiria a diversificação da produção local e conseqüentemente reduziria os riscos econômicos da propriedade.

Quanto ao processo de agregação de valor através do processamento de matéria prima na propriedade (Figura 37), constatou-se que 82,4% não realizam nenhum tipo de processamento. O processamento nas comunidades ocorre especialmente por meio da transformação do leite na produção de queijos e beneficiamento do mel de abelha para venda direta ao consumidor. Estes resultados estão de acordo com os resultados obtidos por Alves et al. (2012) que ao realizar um diagnóstico socioeconômico na microbacia do Riacho Namorado no município de São João do Cariri - PB verificaram que 80% dos produtores não realizam nenhum tipo de beneficiamento da matéria prima da propriedade.

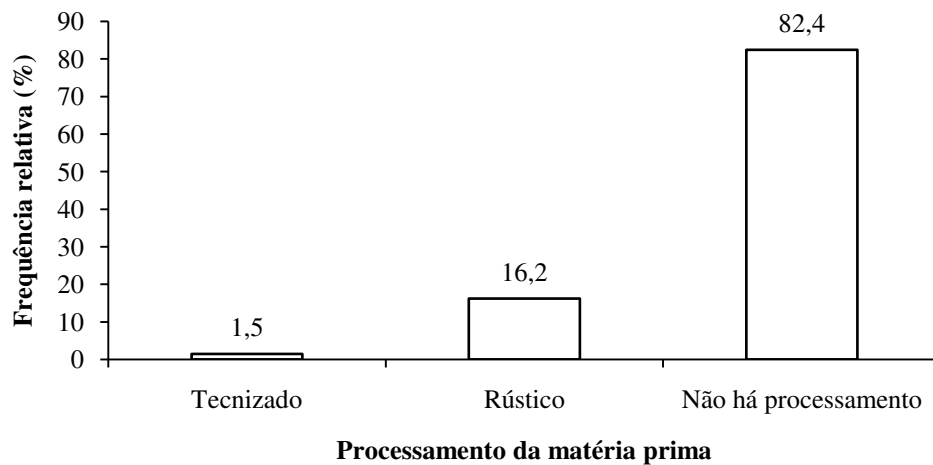


Figura 37. Frequência relativa da agregação de valor através do processamento de matéria prima na propriedade.

Esses resultados indicam a insistência e/ou ineficiência de políticas públicas voltadas à geração de tecnologias para o processamento do seu produto, aspectos que contribui para acentuar o êxodo rural.

Os valores significativos encontrados na área estudada com ênfase para o fator tecnológico, o que engloba as variáveis tecnologia e industrialização rural são apresentados na Figura 38. Observa-se que as duas variáveis apresentam o valor modal próximo ao valor máximo atribuído, consequentemente contribuirá para o aumento do índice de deterioração tecnológico.

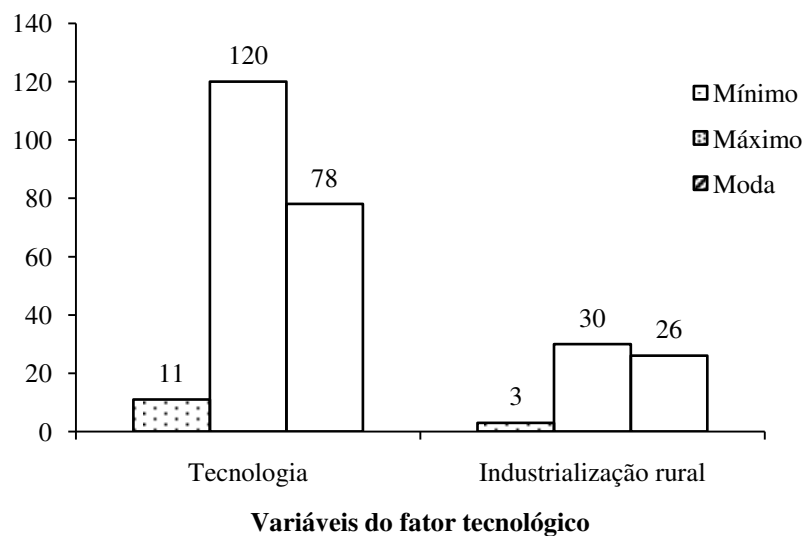


Figura 38. Valores de máximo, mínimo e moda para as variáveis do fator tecnológico.

A Figura 39 apresenta as deteriorações 61,47 e 85,19% para a variável tecnológica e industrialização rural, apresentando alta e altíssima deterioração. Observa-se valores elevados de deterioração para as duas variáveis, o que contribui para que a deterioração tecnológica apresente o índice mais elevado em comparação com as deteriorações sociais e econômicas anteriormente apresentadas.

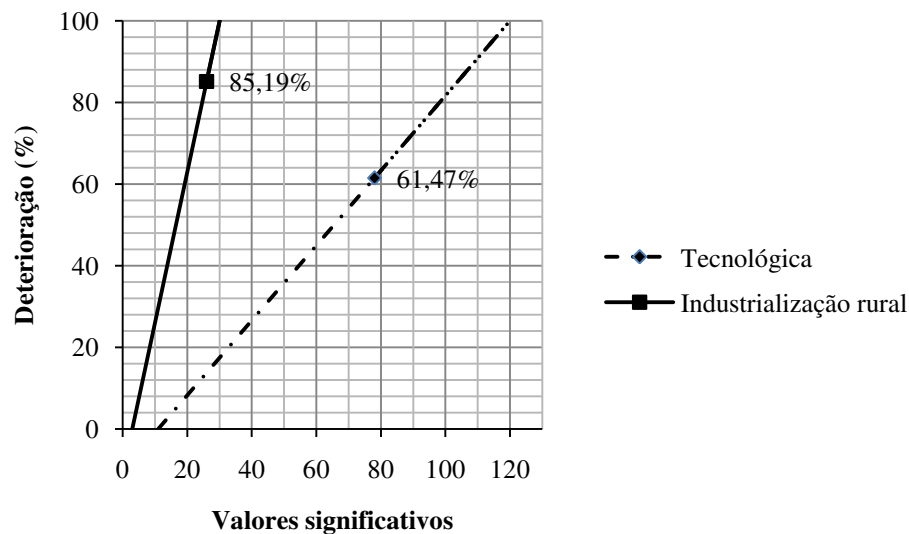


Figura 39. Deterioração para cada variável do fator tecnológico.

As situações que mais contribuíram para a elevada deterioração tecnológica foi o fato de que a maior parte da população pesquisada não usa nenhum tipo de adubação do solo, possuem apenas ferramentas manuais para o trabalho agrícola, não faz uso de irrigação e não possuem assistência técnica. Já em relação à variável industrialização rural, os itens que mais contribuíram para o elevado índice de deterioração foram a ausência de atividades complementares de renda a exemplo do desenvolvimento de algum tipo de artesanato e também por não agregarem valores através de processamento da matéria prima utilizada na propriedade.

O índice de deterioração tecnológica foi classificado como alta deterioração, 66,18% (acima do valor máximo aceitável, 10%) indicando que mais da metade do fator tecnológico encontra-se deteriorada (Figura 40).

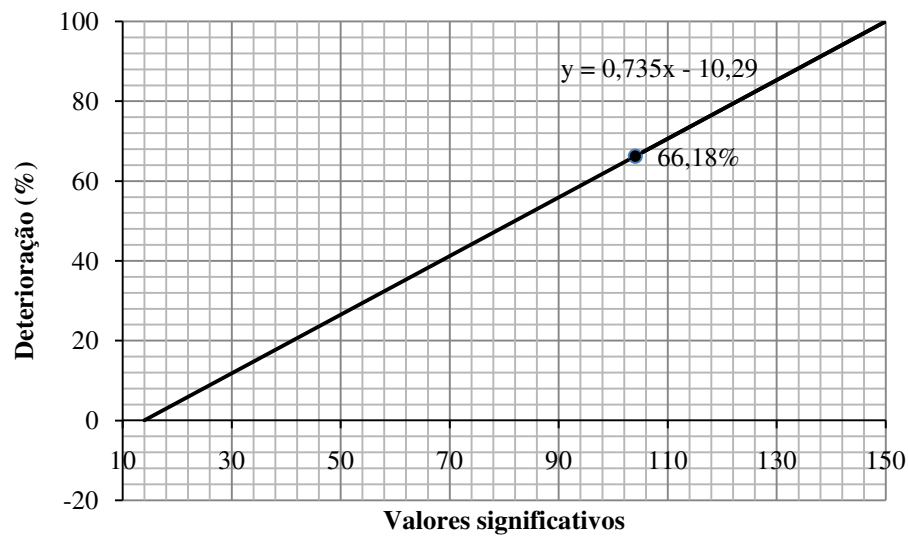


Figura 40. Deterioração do fator tecnológico.

Ao investigarem a deterioração socioeconômica de assentamentos rurais no Estado da Paraíba, Alves & Alves (2012) verificaram uma deterioração tecnológica de 78,21%. Com o objetivo de avaliar a deterioração socioeconômica e ambiental na microbacia do Riacho Poço da Serra, localizada em um núcleo de desertificação no Seridó Potiguar, Silva & Mattos (2013) identificaram uma deterioração tecnológica 82,30%. Pereira & Barbosa (2009) ao investigarem a microbacia hidrográfica Serrote Cabelo Não Têm em São João do Rio do Peixe - PB identificaram uma deterioração tecnologia de 64,42%.

4.3.4. Condições socioeconômicas

Observa-se na Figura 41 uma médiadeterioração socioeconômica (59,83%) na microbacia hidrográfica do Riacho Val Paraíso - PB; o respectivo valor é muito superior a 10%, ou seja, acima do valor máximo aceitável, conforme Rocha (1997). Esse índice de deterioração socioeconômica indica que a população da respectiva microbacia, segundo os padrões da metodologia utilizada, se encontra em precárias condições socioeconômicas,

corroborando com Alves & Alves (2012) que encontraram índice semelhante de deterioração socioeconômica (55,58%) ao investigaram assentamentos rurais no Estado da Paraíba.

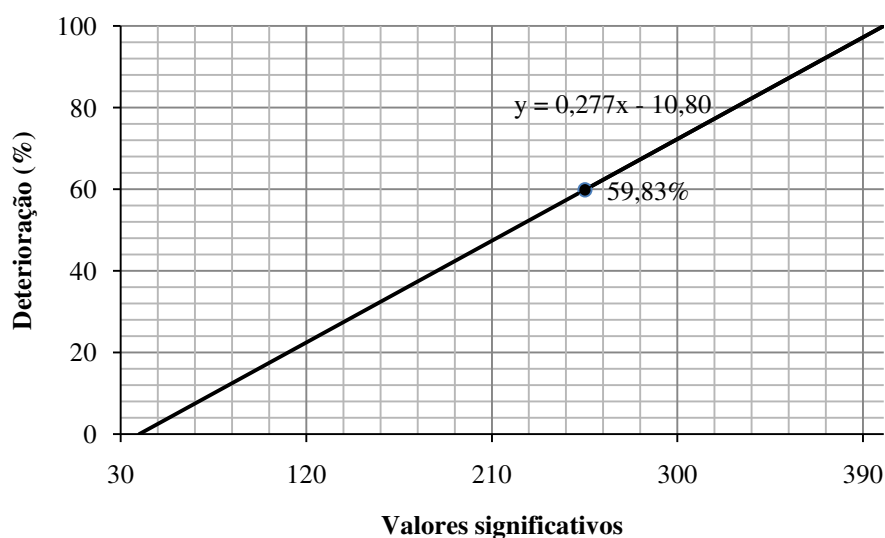


Figura 41. Deterioração do fator socioeconômico

O índice de deterioração socioeconômica encontrado na presente pesquisa foi muito superior a deterioração diagnosticada por Ferreira et al. (2008) que ao realizarem um estudo da deterioração socioeconômica na microbacia do Riacho da Serra, PB, identificaram uma deterioração de 37,96%. Silva & Mattos (2013) identificaram uma deterioração socioeconômica na ordem de 41,00%.

4.3.5. Condições ambientais

Os resultados do diagnóstico ambiental analisado por meio do levantamento direto dos indicadores poluentes ao meio ambiente são apresentados na Tabela 29, com valores da moda, mínimos e máximos que são, respectivamente, 34,16 e 48.

Tabela 29. Resultados do diagnóstico e unidade crítica de deterioração ambiental.

Diagnóstico ambiental				
Código	Indicadores	Valores significativos		
		Moda	Mínimo	Máximo
1.1.	Lixeiras (lixo urbano, rural)	3	1	3
1.2.	Exploração de madeira	3	1	3
1.3.	Pocilgas/chiqueiro	3	1	3
1.4.	Aviários/estábulo	3	1	3
1.5.	Erosões marcantes	3	1	3
1.6.	Esgotos a céu aberto	3	1	3
1.7.	Queimadas	3	1	3
1.8.	Exploração de espécies nativas	3	1	3
1.9.	Aplicação de agrotóxicos	3	1	3
1.10.	Exploração de areias	1	1	3
1.11.	Exploração de minério	1	1	3
1.12.	Poluição Química	1	1	3
1.13.	Estocagem de defensivos	1	1	3
1.14.	Matadouros	1	1	3
1.15.	Minério radioativo	1	1	3
1.16.	Soro do leite	1	1	3
Total do fator ambiental		34	16	48
Unidade crítica de deterioração (y)		56,25%		

Os indicadores da deterioração ambiental indicaram fortes influências das ações antrópicas sobre o meio natural, com implicações negativas sobre a organização socioeconômica e cultural das populações locais.

Os percentuais das respostas em relação aos indicadores para os valores 1, 2 e 3 (Tabela 30) revelam condições preocupantes quanto à degradação ambiental na microbacia;

isto fica evidenciado nos indicadores de 1.1 a 1.9 para os quais há uma predominância de resposta do valor 3 e com baixos percentuais para o valor 2. Esses resultados indicam que os moradores na área experimental não têm acesso à assistência técnica profissional o que potencializa os impactos ambientais. Já em relação aos indicadores de 1.10 a 1.16 a situação é inversa na qual as respostas indicam a inexistência dos impactos, sugerindo que na respectiva microbacia as atividades não representam impactos ambientais negativos, ou que estas atividades são inexistentes na área do estudo.

Tabela 30. Frequência relativa dos códigos 1, 2 e 3.

Diagnóstico ambiental				
	Indicadores	Valor 1 (%)	Valor 2 (%)	Valor 3 (%)
1.1.	Lixeiras (lixo urbano, rural)	8,8	1,5	89,7
1.2.	Exploração de madeira	26,5	2,9	70,6
1.3.	Pocilgas/chiqueiro	36,8	0,0	63,2
1.4.	Aviários/estábulos	25,0	1,5	73,5
1.5.	Erosões marcantes	16,2	4,4	79,4
1.6.	Esgotos a céu aberto	45,6	0,0	54,4
1.7.	Queimadas	26,5	1,5	72,1
1.8.	Exploração de espécies nativas	33,8	1,5	64,7
1.9.	Aplicação de agrotóxicos	10,3	29,4	60,3
1.10.	Exploração de areias	55,9	1,5	42,6
1.11.	Exploração de minério	100,0	0,0	0,0
1.12.	Poluição Química	100,0	0,0	0,0
1.13.	Estocagem de defensivos	57,4	17,6	25,0
1.14.	Matadouros	88,2	1,5	10,3
1.15.	Minério radioativo	100,0	0,0	0,0
1.16.	Soro do leite	85,3	0,0	14,7

O alto índice de respostas indicando a existência de poluição ambiental está associado à escassez de determinados recursos naturais na região, estando associado também às condições socioeconômicas da população local que inviabilizam o desenvolvimento de determinadas atividades econômicas.

O valor da deterioração ambiental encontrado foi de 56,25% (Figura 42); esse valor é superior ao valor máximo aceitável de 10% estipulado por Rocha & Kurts (2001). Esses resultados foram contrários aos encontrados por Franco et al. (2005), ao avaliarem os fatores de risco da deterioração ambiental ocasionada pela exploração agropecuária e extrativismo vegetal que foram diagnosticadas uma deterioração ambiental na ordem de 9,09%. Melo et al. (2010) ao avaliarem o nível de deterioração ambiental da microbacia do Riacho do Tronco – PB, identificaram uma deterioração ambiental de 42,86%. Alves et al. (2011) encontraram uma deterioração ambiental de 41,38% para a microbacia hidrográfica do Rio do Saco em Santa Luzia – PB. Ao realizar um diagnóstico socioeconômico e ambiental na microbacia do córrego dos Pintos, Torres & Vieira (2013) obtiveram uma deterioração de 21% para a referida microbacia; índice de deterioração semelhante foi encontrado por Pereira & Barbosa (2009) os quais encontraram uma deterioração de 25,9% para o Semiárido paraibano. Os dois últimos valores encontrados foram inferiores ao valor obtido na presente pesquisa.

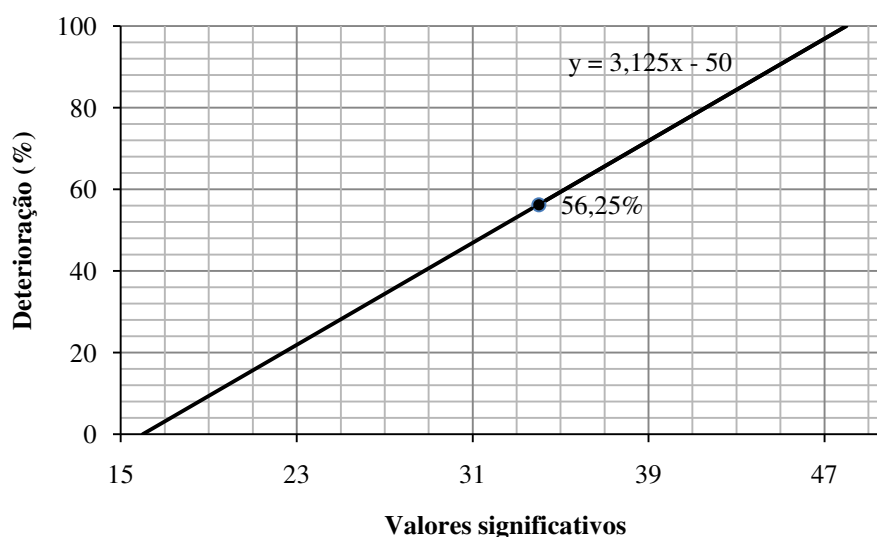


Figura 42. Deterioração ambiental.

O resultado da deterioração ambiental é preocupante pela influência negativa dos impactos ambientais sobre as matas ciliares, perda da fertilidade dos solos e exposição do solo

à erosão, contribuindo para a acentuação do processo de desertificação na região. Além disso, na região as atividades agropecuárias são desenvolvidas sem acompanhamento de um profissional técnico o que acarreta impactos significativos ao meio ambiente.

Os principais fatores que contribuíram para o elevado valor da deterioração ambiental foram a presença de lixo urbano e rural nas comunidades e, segundo relato dos entrevistados, a consequente falta de coleta pública dos resíduos sólidos; exploração de madeira e realização de queimadas sem orientação técnica que tem provocado redução significativa na cobertura vegetal, principalmente nas proximidades das residências; criação de suínos, aves e presença de esgoto ao céu aberto sem orientações técnicas podendo causar assim diferentes tipos de poluição ambiental; presença de erosões marcantes nas propriedades e a falta de assistência técnica para mitigar a degradação e exploração de espécies nativas que tem acarretado, segundo relato dos entrevistados, redução significativa de espécies nativas da fauna e flora.

4.4. Implicações das condições socioeconômicas e ambientais sobre os estoques de carbono

Os dados relativos as condições atuais do solo, assim como, os indicadores das condições socioeconômicas e ambientais da microbacia em estudo visam, sobretudo, enfatizar a relevância do uso sustentável do solo, destacando os atributos físicos, químicos e os estoques de carbono e nitrogênio, como indicadores capazes de mensurar a sustentabilidade no uso do solo, contribuindo assim com a manutenção do sistema agropecuário produtivo e consequentemente melhorandoas condições socioeconômicas do produtor familiar.

O alto índice da deterioração socioeconômica, em especial da variável tecnológica (66,18%), indica que a atuação antrópica tem contribuído para acentuar a degradação ambiental na área da microbacia, tendo em vista, a não utilização de técnicas capazes de mitigar os efeitos negativos do uso intensivo do solo. Além disso, o alto índice da variável demográfica (75%) indica que os agricultores da localidade não possuem renda familiar e mão de obradisponível para implementaçãopráticas alternativas de cultivo do solo. Os dados avaliados indicam que na região do estudo, o solo é usado de forma intensiva afetando assim a

capacidade produtiva, tendo em vista o emprego de técnicas rudimentares como a utilização de instrumentos manuais, realização de queimadas sem planejamento, desmatamento e ausência de florestamento. A adoção destas práticas contribuiu para a existência de erosões marcantes nas propriedades, conforme respostas dos entrevistados (79,4%).

Este processo erosivo foi observado nos ambientes sobre agricultura e pastagem. Logo, fazendo-se referência ao estoque de carbono corrigido pode-se notar que os ambientes de agricultura e pastagem apresentaram os menores valores de estoque de carbono corrigido em relação à vegetação rala e vegetação nativa.

A redução dos estoques de carbono nos ambientes que sofreram maior intervenção antrópica está relacionada ao fato de que os agricultores locais não adotam práticas conservacionistas no cultivo do solo, logo, a matéria orgânica sofreu um processo acelerado de decomposição do solo, perdendo assim carbono para a atmosfera. Além disso, o processo erosivo verificado na região, possivelmente, provocou a perda do solo das camadas superficiais, nos ambientes mais antropizados. Tudo isto acarretou os menores valores para os estoques de carbono nos ambientes de agricultura e pastagem.

A alta deterioração do fator econômico (62,04%) indica que nas propriedades estudadas os agricultores não dispõem de renda suficiente para adoção de práticas alternativas de manejo do solo, inviabilizando assim a mitigação da degradação provocada pelo mau uso do solo. O baixo teor de carbono para a área de agricultura anual (33,37 Mg ha⁻¹), é decorrente diretamente da altíssima deterioração da variável industrialização rural (85,19%) tendo em vista a não adoção de atividades complementares de renda e a ausência de beneficiamento da matéria prima, tem contribuído para o uso intensivo do solo, especialmente nas áreas sob pastagem e agricultura anual.

A média deterioração ambiental (56,25%) indica que as populações locais estão atuando nos ambientes de forma a favorecer a perda de carbono para a atmosfera. O valor máximo atribuído para a exploração de madeira (3), indica que os ambientes sob vegetação nativa (que apresentaram o maior valor para o estoque de carbono corrigido (46,38%)) estão vulneráveis a ação antrópica não planejada. Tendo em vista que a redução de madeira nos ambientes próximos as residências, obrigará os residentes locais a explorarem a lenha em área de acesso restrito, ou seja, os ambientes de mata.

Os dados de campo apontam que na área do estudo os ambientes de pastagem e agricultura encontram-se mais próximos das residências e os ambientes de matas constitui-se

em regiões mais distantes e/ou de difícil acesso, certamente os impactos decorrentes do alto índice de deterioração socioeconômica e ambiental são sentidos com mais veemência nas áreas mais próximas das residências. Esta constatação indica que a ação humana não planejada tem contribuído significativamente para reduzir a qualidade do solo nos ambientes mais próximos das residências e conseqüentemente tem contribuído para acelerar o processo de emissão de carbono para a atmosfera e a perda da matéria orgânica do solo por meio de processos erosivos.

5. CONCLUSÕES

Os solos da microbacia hidrográfica do Riacho Val Paraíso(PB) não apresentam limitações ao desenvolvimento das plantas, quanto às características químicas do solo. Os menores valores de densidade do solo foram apresentados na área de vegetação nativa em relação aos sistemas de manejo, bem como na profundidade de 0 a 10 cm em relação às profundidades de todos os sistemas de manejo.

Os teores e os estoques de carbono e nitrogênio diminuíram após a mudança de vegetação nativa para os sistemas agropecuários e diminuíram em relação às profundidades analisadas. Os sistemas de produção agrícola e pecuária estão desempenhando papel de emissor de C-CO₂, quando comparados com a vegetação nativa.

Na avaliação da deterioração constatou-se que a região do estudo encontra-se em elevado processo de deterioração socioeconômica e ambiental, com mais de 50% de comprometimento, sendo ambas classificadas como média deterioração. Dessa forma, estas comunidades estão vulneráveis às condições adversas do semiárido do nordeste brasileiro. Os resultados encontrados indicam que para todos os fatores estudados haverá a necessidade da intervenção do poder público e/ou sociedade organizada para que de forma articulada possam empregar ações direcionadas para solução dos problemas identificados de forma mais agravante.

Foi observada uma relação direta entre os níveis de deterioração socioeconômica e os valores encontrados para os estoques de carbono no solo; os ambientes que apresentaram os menores valores para os estoques de carbono corrigidos estão localizados mais próximos das residências, conseqüentemente sofreram maior impacto da ação antrópica não planejada. Estas ações contribuíram para acentuar os processos erosivos, a redução da biodiversidade e a conseqüente redução da matéria orgânica do solo. A média deterioração socioeconômica e ambiental reflete a necessidade de cuidados especiais com o solo tendo em vista que a interferência humana não planejada conduziu os ambientes a atuarem como emissor de carbono em relação à vegetação natural. Isso indica a necessidade de adoção de um sistema conservacionista de uso do solo e a necessidade de manutenção e expansão da vegetação natural da caatinga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, B. S. **Socioeconomia local como índice de felicidade e percepção ambiental: um estudo de caso no Distrito da Ribeira – Cabaceiras (PB)**, 2013. 193f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2013.

ABREU, B. S. de; FERNANDES NETO, S.; MELO, A. A. de; MELO, G. K. R. M. M. de; LIMA, P. C. da S.; MORAIS, P. S. de A.; OLIVEIRA, Z. M. de. Diagnóstico socioeconômico da microbacia hidrográfica do Riacho da Igreja, Cabaceiras/PB. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 26, n. 1, p. 25-29, 2011.

ALMEIDA, S. G.; PETERSEN, P.; CORDEIRO, A. **Crise socioambiental e conversão ecológica da agricultura brasileira: subsídios à formação de diretrizes ambientais para o desenvolvimento agrícola**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2001. 121p.

ALVES, A. R.; ALVES, J. B. Riscos e vulnerabilidades em assentamentos rurais no Estado da Paraíba. **Revista Geonorte**, v. 2, n. 5, p. 112-1132, 2012.

ALVES, T. L. B.; ARAUJO, A. R.; ALVES, A. N.; FERREIRA, A. C.; NÓBREGA, J. E. da. Diagnóstico ambiental da microbacia hidrográfica do Rio do Saco, Santa Luzia – PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.4, n.2, p. 369-401, 2011.

ALVES, T. L. B.; AZEVEDO, P. V. de; FARIAS, A. A. de. Diagnóstico socioambiental do entorno da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado no município de São João do Cariri – PB. **Ateliê Geográfico**, v. 6, n. 4, p. 88-109, 2012.

AMORIM, L. B. de. **Caracterização da serrapilheira em caatinga preservada e mudanças no carbono do solo após o desmatamento sem queima**. 2009. 76f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2009.

ANDRADE, A. J. P. de; SOUZA, C. R. de; SILVA, N. M. da. A vulnerabilidade e a resiliência da agricultura familiar em regiões semiáridas: o caso do Seridó potiguar. **Campo-Território: revista de geografia agrária**, v.8, n. 15, p. 1-30, 2013.

ANTONIO NETO, F. **Princípios norteadores para a construção de um modelo de agricultura familiar sustentável para a região da zona da mata de Pernambuco, focado na agroecologia**. 2009. 177f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2009.

ARAUJO, K. D. **Análise da vegetação e organismos edáficos em áreas de caatinga sob pastejo e aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri – PB**, 2010. 166f Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2010.

BARACUHY, J. G. V. **Manejo integrado de micro bacias no Semi-árido nordestino: estudo de caso**, 2001. 221f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande - PB, 2001.

BARRETO, H. F. M. **Impacto do manejo agroecológico da caatinga em unidades de produção familiar no Oeste Potiguar**, 2010. 143f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró – RN, 2010.

BARRETO, P. A. B.; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; GAMA-RODRIGUES, A. C. da; BARROS, N. F. de; FONSECA, S. Atividade microbiana, carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em plantações de eucalipto, em sequência de idades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 611-619, 2008.

BARROS, J. D. de S. Mudanças climáticas, degradação ambiental e desertificação no Semiárido. **Polêm!ca**, v. 10, n. 3, p 476 - 483, 2011.

BARROS, J. D. de S.; CHAVES, L. H. G.; CHAVES, I. de B.; PEREIRA, W. E. Effects of diferente soil management systems in the chemical properties in the coastal plains of State Paraíba. **IranicaJournalof Energy &Environment**, v. 2, n. 4, p. 339-347, 2011.

BARROS, J. D. de; TORQUATO, S. C.; AZEVEDO, D. C. F. de; BATISTA, F. G. de A. Percepção dos agricultores de Cajazeiras na Paraíba, quanto ao uso de água de chuva para fins potáveis. **Holos**, ano 29, v. 2, p. 50-65, 2013.

BARROS, J. D. S.; CHAVES, L. H. G.; CHAVES, I. B.; FARIAS, C. H. A.; PEREIRA, W. E. Estoque de carbono e nitrogênio em sistemas de manejo do solo, nos tabuleiros Costeiros Paraibanos. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 1, p. 35-42, 2013.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. A. de O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, cap. 2, p. 9-26, 1999.

BELIZÁRIO, M. H. **Mudança no estoque de carbono do solo devido ao uso agrícola da terra no Sudoeste da Amazônia**. 2008. 96 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade de São Paulo, Piracicaba -SP, 2008.

BERNARDI, A. C. de C.; MACHADO, P. L. O. de A.; MADARI, B. E. M.; TAVARES, S. R. de L.; CAMPOS, D. V. B. de; CRISSÓSTOMO, L. de A. Carbon and nitrogen stocks of na Arenosol Under irrigated fruitor chards in Semiarid Brazil. **Scientia Agricola**, v. 64, n. 2, p. 169-175, 2007.

BERNARDI, A. C. de C.; TAVARES, S. R. de L.; MACHADO, P. L. O. de A.; MADARI, B. E.; CRISÓSTOMO, L. A.; CAMPOS, D. V. B. Fertilidade do solo e estoques de carbono e nitrogênio de um Neossolo Quartzarênico sob cultivo de fruteiras irrigadas na Região Nordeste do Brasil, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 52**, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.

BERNOUX, M.; CARVALHO, M. D. S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. Brazil`s soil carbon stocks. **Soil Science Society of América Journal**, v. 66, n. 3, p. 888-896, 2002.

BLAKE, G.R.; HARTAGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (ed.). **Methods of soil analysis**. 2.ed. Madison: America Society of Agronomy. v.1, p.363-375, 1986.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M. da; REINERT, D. J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 4, p. 605-614, 2006.

BRASIL, Lei No 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 18 de julho de 2013.

CALONEGO, J. C.; SANTOS, C. H. Dos; TIRITAN, C. S.; CUNHA JÚNIOR, J. R. Estoques de carbono e propriedades físicas de solos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Caatinga**, v. 25,, n. 2, p. 128-135, 2012.

CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa Soils. **Soil Science Society of American Journal**, v. 58, p. 1501-1511, 1994.

CAMELHO, G. L. P.; CÂNDIDO, G. A. Potencialidades e limitações dos agroecossistemas familiares de cultivo do abacaxi em Touros (RN). **Holos**, v. 6, n. 6, p. 3-27, 2012.

CAMPANHA, M. M. NOGUEIRA, R. da S.; OLIVEIRA, T. S.; TEIXEIRA, A. dos S.; ROMERO, R. E. Teores e estoques de carbono no solo de sistemas agroflorestais e tradicionais no Semiárido brasileiro. Sobral, CE: Embrapa, **Circular Técnica**, n., 42, 2009.

CANELLAS, L. P.; BALDOTTO, M. A.; BUSATO, I. G.; MARCIANO, C. R.; MENEZES, S. C.; SILVA, N. M.; RUMJANEK, V. M.; VELLOSO, A. C. X.; SIMÕES, M. L.; MARTIN-NETO, L. Estoque e qualidade da matéria orgânica de um solo cultivado com cana-de-açúcar por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.331-340, 2007.

CARDOSO, E. L.; FERNANDES, A. H. B. M.; FERNANDES, F. A. Análise de solos: finalidade e procedimento de amostragem. **Comunicado Técnico 79**. Corumbá – MS, 2009.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R. de; CERRI, C. E. P. Potencial de Sequestro de Carbono em Diferentes Biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 277-289, 2010.

CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos químicos do Solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. V. 31, n. 6, p. 1329-1339, 2007.

CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P.; DAVIDSON, E.A.; BERNOUX, M.; FELLER, C. A ciência do solo e o sequestro de carbono. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.3, p. 29-34, 2004.

CHAVES, L. H. G.; CHAVES, I. B.; VASCONCELOS, A. C. F. de. Propriedades químicas dos solos da bacia hidrográfica do Açude Namorado, PB. **Principia**, v. 10, n. 14, p. 68-75, 2006.

CHAVES, L. H. G.; CHAVES, I. B.; VASCONCELOS, A. C. F. de; LEÃO, A. B. Avaliação do potássio, matéria orgânica e fósforo em neossolos dos perímetros irrigados Engenheiro

Arcoverde e São Gonçalo, PB. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 5, n. 2, p. 1-7, 2005.

CHAVES, L. H. G.; FARIAS, C. H. de A. Variabilidade espacial do estoque de carbono nos Tabuleiros Costeiros da Paraíba: Solo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 1, p. 20-25, 2008.

CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. **Solos Agrícolas**. Campina Grande: EDUEFCG, 2006. 178p.

CHAVES, L. H. G.; MENINO, I. B.; ARAÚJO, I. A. de; CHAVES, I. de B. Avaliação da fertilidade dos solos das várzeas do município de Sousa, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 262-267, 1998.

CHAVES, L. H. G.; TITO, G. A.; BARROS, A. D.; GUERRA, H. O. C. Características químicas de solo do perímetro irrigado de Sumé, PB. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 4, p. 110-115, 2007.

COLONEGO, J. C.; SANTOS, C. H. dos; TIRITAN, C. S.; CUNHA JÚNIOR, B. Estoques de carbono e propriedades físicas de solos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 128-135, 2012.

CONCEIÇÃO, A. M. da S. B. **Estoque de carbono e qualidade do solo em Cambissolo do Semiárido baiano**, 2010. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas – BA, 2010.

CONCEIÇÃO, G. C. da. Impacto de diferentes sistemas de manejo da cultura da mangueira sobre frações da matéria orgânica em solos do submédio São Francisco. In: Simpósio de Mudanças Climáticas, 33, 2011, Petrolina - PE. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. CD Rom.

CONCEIÇÃO, G. C. da; PEREIRA, C. A.; SILVA, J. R.; BORGES, E. M.; BASTOS, D. C.; GIONGO, V. MENDES, A. S. GAVA, C. A. T.. Atividade microbiana do solo em diferentes sistemas de cultivo de manga no vale do submédio São Francisco. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 33, 2010, Uberlândia - MG. **Anais...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2010. CD Rom.

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, n. 2, p.425-432, 1999.

CORRÊA, R. M.; FREIRE, M. B. G. S.; FERREIRA, R. L. C.; FREIRE, F. J.; PESSOA, L. G. M.; MIRANDA, M. A; MELO, D. V. M. Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no Semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 2, p. 305-314, 2009.

CORRÊA, M. M.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. S.; RUIZ, H. A.; BASTOS, R. S. Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das várzeas de Sousa (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 2, p.311-324, 2003.

COSTA JUNIOR, C. **Estoque de carbono e nitrogênio e agregação do solo sob diferentes sistemas de manejo agrícola no cerrado, em Rio Verde (GO)**. 2008. 140f. Dissertação (Mestrado em Química na Agricultura e no Ambiente) - Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP, 2008.

COSTA, A. A. Teor e estoque de C, Nt, Ca e Mg em solos de diferentes agrossistemas: Bioma semiárido e bioma cerrado. **Enciclopédia biosfera**, v. 7, n. 12, p. 1-6, 2011.

COSTA, A. M.; VASCONCELOS, F. V.; GONTIJO NETO, M. M.; ALVARENGA, R. C.; VIANA, J. H. M.; SANTANA, D. P. Estoque de carbono em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária em Sete Lagoas, MG, região do Cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18, 2010, Teresina. **Anais...** Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2010. CD Rom.

COSTA, C. S.; RODRIGUES, J. J. V.; CAVALCANTI, A. C.; MARINHO, L. B.; NETO, L. A. A.; SILVA, T. J. A.. Água disponível em um Neossolo Quartzarênico após adição de um condicionador mineral do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.5, p.524–530, 2009.

COSTA, F. de S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n. 1, p.323-332, 2008.

COUTINHO, R. P.; IRQUIAGA, S. BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; TORRES, A. Q. A.; JANTALIA, C. P. Estoque de carbono e nitrogênio e emissão de N₂O em diferentes usos do solo na Mata Atlântica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 2, p. 195-203, 2010.

COZER, S. R.; FRIGO, E. P.; MARI JUNIOR, A.; BASTOS, R. K.; TAÍS, C.; CABRAL, A. C. Diagnóstico ambiental da bacia Arroio Ouro Verde. **Cultivando o saber**, v. 6, n.1, p. 103-113, 2013.

CUNHA, T. J. F.; RIBEIRO, L. P.; SANTOS, H. G. dos; GOMES, I. A.; SANTOS, R. D. dos. Estudo de correlação de solos para fins de classificação nas regiões do Recôncavo baiano e microrregião de Irecê - Bahia. **Boletim de Pesquisa** 9. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000.

D'ANDRÉA, 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**, v.39, n.2, p.179-186, 2004.

DANTAS, J. G.; HOLANDA, A. C. de; SOUTO, L. S.; JAPIASSU, A.; HOLANDA, E. M. de. Estrutura do Componente Arbustivo/Arbóreo de uma Área de Caatinga Situada no Município De Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, n.1, p. 134 -142, 2010.

DANTAS, J. O.; SANTOS, M. J. C. SANTOS, F. R.; PEREIRA, T. P. B. OLIVEIRA, A. V. S. ARAÚJO, C.; PASSOS, C. S.; RITA, M. R. Levantamento da etnomofauna associada em sistema agroflorestal. **Scientia Plena**, v. 8, n 4 (b), p. 1-8, 2012.

DIAS, A. C. **Plantas de cobertura do solo na atenuação da erosão hídrica no sul do Estado de Minas Gerais**. 2012. 117f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo). Lavras – MG, 2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo, 1997. 212p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306p.

ESWARAN, H.; VANDENBEG, E.; REICH, P. Organic carbon in soil of the world. **Soil Science Society of America Journal**, v.57, n. 1, p. 192-194, 1993.

FALLEIRO, R. M.; SOUZA, C. M.; SILVA, C. S. W.; SEDIYAMA, C. S.; SILVA, A. A.; FAGUNDES, J. L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 6, p. 1097-1104, 2003.

FEITOSA, A. G. S.; MARCO, C. A.; SANTOS, H. R.; SILVA, C. S.; FEITOSA, J. V. Diagnóstico socioeconômico e tecnológico do setor agrícola em alguns municípios da região do Cariri Cearense. **Revista Holos**, ano 28, v. 1, p. 210- 225, 2011.

FERNANDES NETO, S. **Planejamento do uso racional dos recursos naturais da microbacia hidrográfica do riacho Val Paraíso - PB, através de mapeamento geoambiental**. 2009. 117f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB, 2009.

FERREIRA, C. A.; TRAVASSOS, K. D.; LOPES, R. M. B. P.; FORMIGA, M. do S.; FARIAS, S. A. R.; BARACUHY, J. G. de V.; SILVA, M. B. R. Diagnóstico socioeconômico do município de São José do Sabugi, PB. **Revista educação Agrícola Superior**, v. 23, n. 1, p. 101-104, 2008.

FIGUEIREDO, J. M. **Revegetação de áreas antropizadas da Caatinga com espécies nativas**. 2010. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande. Patos – PB, 2010.

FLORESNTINO, A. T. N.; ARAÚJO, E. de L.; ALBUQUERQUE, U. P. de. Contribuições de quintais agroflorestais na conservação de plantas da Caatinga, município de Caruaru, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.21, n. 1, p. 37-47, 2007.

FRACETTO, F. J. C.; FRACETTO, G. G. M.; CERRI, C. C.; FEIGL, B. J.; SIQUEIRA NETO, M. Estoques de carbono e nitrogênio no solo cultivado com mamona na Caatinga. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 5, p. 1545-1552, 2012.

FRANCO, E. S.; LIRA, V. M. de; PORDEUS, R. V.; LIMA, V. L. A. de; DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, C. A. V. de. Diagnóstico socioeconômico e ambiental de uma microbacia no Município de Boqueirão – PB. **Engenharia Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 100-114, 2005.

GAMA-RODRIGUES, E. F. da; BARROS, N. F. de; GAMA-RODRIGUES, A. C. da; SANTOS, G. de A. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 6, p. 893-901, 2005.

GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368p.

GATTO, A.; BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F.; SILVA, I. R. da; LEITE, H. G.; LEITE, F. P.; VILLANI, E. M. de A. Estoque de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.5, p.1069-1079, 2010.

GIONGO, V ; GALVÃO, S. R. das.; MENDES, A. M. S. ; GAVA, C. A. T. ; CUNHA, T. J. F. Carbon Balance in Brazilian Tropical Semiarid. **Dynamic Soil, Dynamic Plant**, v. 5, n.1, p. 12-20, 2011.

GIONGO, V.; CUNHA, T. J. F.; MENDES, A. S. M.; GAVA, A. T. Carbono no sistema solo-planta no Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 6, p. 1233-1253, 2011.

GUARESCHI, R. F.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. Estoque de carbono em Latossolo Vermelho Distroférrico sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n.4, p. 597-602, 2012.

HICKMANN, C.; COSTA, L. M. da; SCHAEFER, C. E. G.; FERNANDES, R. B. S.; ANDRADE, C. de L. T. Atributos físicos-hídricos e carbono orgânico de um argissolo após 23 anos de diferentes manejos. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 128-136, 2012.

IPCC (2001) *Climate Change 2011: The Scientific Basis*. HOUGHTON, J. T.; SING, Y.; GRIGGS, D. J.; NOGUER, M.; VAN DER LINDEN, P. J.; DAI, X.; MASKELL, K.; JOHNSON, C. A.; (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2001.

IWATA, B. de F.; LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; BRASIL, E. L.; COSTA, C. do N.; CAMPOS, L. P.; SANTOS, F. S. R. dos. Carbono total e carbono microbiano de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob sistemas agroflorestais e agricultura de corte e queima no cerrado piauiense. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18, 2010, Teresina. **Anais...** Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2010. CDRom.

LACERDA, M. B. S. de; OLIVEIRA, A. R. de; CAMPOS, V. B.; MENESES JÚNIOR, J. C. de. Diagnóstico socioeconômico dos agricultores e o impacto do programa bolsa família, Conceição – Paraíba – Brasil. **Revista Holos**, ano 26, v. 1, p. 41-50, 2010.

LAL, R. Global potential of carbon sequestration to mitigate the greenhouse effect. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 22, n. 2, p. 151-184, 2003.

LIMA, S. S. de; LEITE, L. F. C.; OLIVEIRA, F. das C.; COSTA, D. B. da. Atributos químicos e estoques de carbono e nitrogênio em Argissolo Vermelho-Amarelo sob sistemas

agroflorestais e agricultura de corte e queima no norte do Piauí. **Revista Arvore**, v.35, n. 1, p. 51-60, 2011.

LEITE, M. J. H.; SANTOS, R. V.; BEZERRA, R. M. R.; LUCENA, R. J.; SOUSA, K. L. Avaliação da fertilidade do solo em perímetros irrigados: Engenheiro Arcoverde e São Gonçalo, PB. **Revista Verde**, v. 7, n. 4, p. 214 – 225, 2012.

LIMA, S. S. de; LEITE, L. F. C.; OLIVEIRA, F. das C.; COSTA, E. B. Atributo químico e estoques de carbono e nitrogênio em Argissolos vermelho-amarelo sob sistemas agroflorestais e agricultura de corte e queima no norte do Piauí. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 51-60, 2011.

LIMA, S. S. de; LEITE, L. F. C.; OLIVEIRA, F. das C.; COSTA, E. B. Atributo químico e estoques de carbono e nitrogênio em Argissolos vermelho-amarelo sob sistemas agroflorestais e agricultura de corte e queima no norte do Piauí. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 51-60, 2011.

LIRA, R. B. de. **Qualidade do solo e avaliação econômica do manejo sustentável da caatinga no projeto de assentamento Moacir Lucena, Apodi, RN**. 2010. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró – RN, 2010.

LIRA, R. B.; DIAS, N. S.; ALVES, S. M. C.; BRITO, R. F.; SOUSANETO, O. N. Efeitos dos sistemas de cultivo e manejo da caatinga através da análise dos indicadores químicos de qualidade do solo na produção agrícola em Apodi, RN. **Caatinga**, v. 25 n. 3, p.18-24, 2012.

LONGO, R. M.; ESPÍNDOLA, C. R. C-orgânico, N-total e substâncias húmicas sob influência da introdução de pastagens (*Brachiariasp.*) em áreas de Cerrado e Floresta Amazônica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 5, p. 723-729, 2000.

LOPES, A. S.; GUIDOLIN, J. A. **Interpretação de análise do solo: conceitos e aplicações**. 2.ed. São Paulo: Comitê de Pesquisa/Técnico/ANDA, 1989. 64p.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Interpretação de análise do solo: conceitos e aplicações. **Boletim Técnico 2**. São Paulo: Comitê de Pesquisa/Técnico/ANDA, 2004. 50p.

LOPES, E. L. N.; FERNANDES, A. R.; GRIMALDI, C.; RUIVO, M. L. P.; RODRIGUES, T. E.; SARRAZIN, M. Características químicas de um Gleissolo sob diferentes sistemas de uso nas margens do rio Guamá, Belém, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**. V. 1 n. 1, p. 127-137, 2006.

MACHADO, P.L.O.A. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. **Química Nova**, v.28, n.2, p.329-334, 2005.

MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. da S.; OLIVEIRA, T. S. de. MENDONÇA, E. de S.; ARAÚJO FILHO, J. A. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. **Agroforest Syst**, v. 71, n. 2, p. 127-138, 2007.

MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. da S.; OLIVEIRA, T. S. de. MENDONÇA, E. de S.; ARAÚJO FILHO, J. A. Impacto de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no Semiárido cearense. **Revista Arvore**, v. 30, n. 5, p. 837-848, 2006.

MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. da S.; OLIVEIRA, T. S. de; MENDONÇA, E. de S.; ARAÚJO FILHO, J. A. Frações de nitrogênio em luvisolo sob sistemas agroflorestais e convencional no Semiárido cearense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 381-392, 2008.

MATIAS, M. C. B.; SALVIANO, A. A. C.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. S. Propriedades químicas em Latossolo Amarelo de Cerrado do Piauí sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n.3, p. 356-362, 2009.

MELO, J. A. B. ; LIMA, E. R. V. de ; DANTAS NETO, J. ; PEREIRA, R. A. Análise ambiental e do estado de deterioração da microbacia do Riacho do Tronco, Boa Vista, PB, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 5, n. 1, p. 172-188, 2010.

MELO, J. A. B. de; PEREIRA, R. A.; DANTAS NETO, J., LIMA, E. R. V. de. Propriedades do solo e propensão à desertificação na microbacia do Riacho do Tronco, Boa Vista, PB. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 2, p. 234-246, 2010.

MENDONÇA, E. S. Oxidação da matéria orgânica e sua relação com diferentes formas de alumínio de Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, n.1, p.25-30, 1995.

MENINO, I. B. **Indicadores físicos, químicos e biológicos de vertissolos no projeto de irrigação Várzeas de Sousa e suas implicações econômicas, sociais e ambientais na região**, 2013. 134f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2013.

MENINO, I. B.; MORAES NETO, J. M.; BARROS, A. D.; SANTOS, E. S. Atributos físicos como indicadores da qualidade dos Vertissolos em diferentes sistemas de manejo. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 27, n. 2, p. 106-112, 2012.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. Brasília. 74p, 2004.

NASCIMENTO, F. R. do; CUNHA, S. B. da; SOUZA, M. J. de; CRUZ, M. L. da. Diagnóstico geoambiental da bacia hidrográfica semiárida do Rio Acaraú: Subsídios aos estudos sobre desertificação. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 28, n. 1, p. 41-62, 2008.

NEILL, C.; MELLILO, J. M.; STEUDLER, P. A.; CERRI, C.C.; MORAES, F. L.; PICCOLO, M. C.. BRITO, M. Soil carbon and nitrogen stocks forest clearing for pasture in the southern Brazilian Amazon. **Ecological Applications**, v. 7, p. 1216-1225, 1997.

NEVES NETO, D. N.; SANTOS, A.C.; SANTOS, P. M.; MELO, J. C.; SANTOS, J. S. Análise espacial de atributos do solo e cobertura vegetal em diferentes condições de pastagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n.9, p. 995–1004, 2013.

NOBRE, C. A.; GASH, J. Desmatamento muda clima da Amazônia. **Ciência Hoje**, v. 22, n. 128, p. 33-42, 1997.

NOGUEIRA, R. Da S.; OLIVEIRA, T. S.; TEIXEIRA, A. dos S.; CAMPANHA, M. M. Distribuição espacial do estoque de carbono orgânico total em Luvisolos sob sistemas agrícolas convencionais e agroflorestais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 2118-2122, 2009.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A. de; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; MENEZES, R. I. de Q. Impacto da queimada e de enleiramento de resíduos orgânicos em atributos biológicos de solo sob Caatinga no Semiárido nordestino. **Revista Caatinga**, v. 22, n.1, p. 131-140, 2009.

OLIVEIRA, J. T. de; MOREAU, A. M. S. dos S.; PAIVA, A. de Q.; MENEZES, A. A.; COSTA, O. V. Características físicas e carbono orgânico de solos sob diferentes tipos de uso da terra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. spe, p. 2821-2829, 2008.

OLIVEIRA, R. R. de; BARROS, J. D. de S.; SILVA, M. de F. P. da. Aspectos determinantes do desmatamento em Cachoeira do Índios – PB. **Revista Sociedade e Desenvolvimento Rural**, v. 6, n. 2, p. 38-47, 2012.

OLIVEIRA, R. R. de; BARROS, J. D. De S.; SILVA, M. de F. P. da. Desertificação e degradação ambiental: percepção dos agricultores no Município de Cachoeira dos Índios/PB, **Polêm!ca**, v. 11, n. 2, P. 244 – 251, 2012.

OLIVEIRA, V. R. de; ARAÚJO, F. P. de; DRUMOND, M. A.; MOREIRA, J. N.; KIILL, L. H. P.; RIBEIRO, M. de F.; SILVA, A. F.; SOUZA, A. V. de. Recursos genéticos e aproveitamento da biodiversidade do Semiárido brasileiro. In: SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. da. **Semiárido Brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, p. 90- 123, 2010.

PASSOS, R. R.; RUIZ, H. A.; CANTARUTTI, R. B.; MENDONÇA, E. de S. Carbono orgânico e nitrogênio em agregados de um Latossolo Vermelho Distrófico sob duas coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p. 1109-1118, 2007.

PAULA, T. A. de; VALLE, C. M. do. Quantificação do estoque de carbono no solo e a mitigação da mudança climática. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2, 2007, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: CONNEPI, 2007. CDRom.

PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n.3, p. 911-920, 2008.

PEDRA, W. N.; PEDROTTI, A.; SILVA, T. O.; MACEDO, F. L. de; GONZAGA, M. I. S. Estoques de carbono e nitrogênio sob diferentes condições de manejo de um Argissolo Vermelho Amarelo, cultivado com milho doce nos tabuleiros costeiros de Sergipe. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6, p. 2075-2090, 2012.

PEREIRA, F. C. **Metodologia para recuperação de áreas degradadas no Semiárido da Paraíba utilizando xique-xique (*Pilosocereusgounelli*) e a macambira**

(*Bromelialacinoso*), 2010. 91f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2010.

PEREIRA, R. A.; BARBOSA, M. de F. N. Diagnóstico socioeconômico e ambiental de uma microbacia hidrográfica no semiárido paraibano. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 137-153, 2009.

PEREIRA, R. G.; ALBUQUERQUE, A. W. de; CUNHA, J. L. X. L.; PAES, R. de A.; CAVALCANTE, M. Atributos químicos influenciados por sistemas de manejo. **Revista Catinga**, v. 22, n. 1, p. 78-84, 2009.

PINHEIRO, E. F. M.; LIMA, E.; CEDDIA, M. B.; URQUIAGA, S. Estoques de carbono e nitrogênio num Argissolo Amarelo cultivado com cana-de-açúcar: influência da queima ou manutenção da palhada. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 17**. Serpédica: Embrapa Agrobiologia, 2007.

PORTUGAL, A. F.; JUCKSCH, I.; SCHAEFER, C. E. G.R.; WENDLING, B. Determinação de estoques totais de carbono e nitrogênio e suas frações em sistemas agrícolas implantados em Argissolo Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 2091-2100, 2008.

PULROLNIK, K.; BARROS, N. F. de; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BRANDANI, C. B. Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e cerrado no Vale do Jequitinhonha – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 5, p. 1125-1136, 2009.

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato: Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142p.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1609-1623, 2007.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; MELO, L. C. A.; JUNIOR, A. C. de O. Carbono orgânico e nitrogênio total do solo e suas relações com os espaçamentos de plantio de cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 2051-2059, 2008.

REIS, L. M. M.; CÂNDIDO, G. A. Sustentabilidade dos agroecossistemas intensivos de bananeira de Ipangaçu-RN. **Holos**, v.6, n.6, p. 28-42, 2012.

RESENDE, A. S. de; SANTOS, A.; XAVIER, R. P.; COELHO, C. H.; GONDIM, A.; OLIVEIRA, O. C.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Efeito da queimada da palhada da cana-de-açúcar e de aplicação de vinhaça e adubo nitrogenado em características tecnológicas da cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 6, p. 937-941, 2006.

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

ROCHA, J. S. M. Da; KURTZ, S. M. de J. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria: Edições UFSM CCR/UFSM, 2001. 302p.

RODRIGUES, E. F. G. Biomassa e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, p. 227-243, 1999.

SÁ, C. O.; MARINHO G. L. de O. C.; SÁ, J. L.; RONEI, M. N. B.; NASCIMENTO, I. R.; SÁ, F. P. Sustentabilidade dos sistemas de produção dos agricultores familiares e produtores de queijo em Nossa Senhora da Glória, Semiárido sergipano. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.7, n.3, p. 26-39, 2012.

SÁ, I. B.; ANGELOTTI, F. Degradação ambiental e desertificação no Semiárido brasileiro. In: ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. **Mudanças climáticas e desertificação no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina - PE: Embrapa Semiárido, 2009. p.53-76.

SÁ, I. B.; CUNHA, T. J. F.; TEIXEIRA, A. H. de C.; ; ANGELOTTI, F.; DRUMOND, M. A. Processo de desertificação no Semiárido brasileiro. In: SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. da. **Semiárido brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2010. p. 126-158.

SÁ, J. C. M. de; CERRI, C. C.; DICK, W. A.; LAL, R.; VENZKE FILHO, S. P.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. J. Organicmatter dynamics and carbon sequestration rates for a tillagechronosequence in a Brazilianoxisol. **Soil Science Society of American Journal**, v. 65, n.5, p. 1486-1499, 2001.

SÁ, V. C. de; SOUZA, B. I. de. Convivência com o semiárido: Desafios e possibilidades de uma comunidade rural. **Revista de Globalizacion, Competitividad y Gobernabilidad**, v., 6, n. 2, p. 46-65, 2012.

SANTANA, E. P. V. R. da S.; OLIVEIRA, A. R.; OLIVEIRA, F. J. M. Diagnóstico socioeconômico da comunidade de Pindoba, Município de Areia – PB. **Revista verde**, v. 3, n. 4, p. 46-62, 2008.

SANTANA, J. A. S.; SOUTO, J. S. . Produção de serapilheira na Caatinga da região semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil. **Idesia** (Arica. Impresa), v. 29, n. 2, p. 87-94, 2011.

SANTANA, M. J. de; CARVALHO, J. de A.; SOUZA, K. J. de; SOUSA, A. M. G. de; VASCONCELOS, C. L.; ANDRADE, L. A. de B. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) e em solos com diferentes níveis texturais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1470-1476, 2007.

SANTOS, E. E. F.; RIBEIRO, M. R. Influência da irrigação e do cultivo nas propriedades químicas de solos da região do Submédio São Francisco. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1507-1516, 2002.

SANTOS, M. A. S. dos; REBELLO, F. K. Perfil socioeconômico e tecnológico dos pequenos produtores de feijão-caupi do município de Primavera, Nordeste do Pará – Brasil. **Revista Verde**, v.7, n. 5, p. 72-82, 2012.

SANTOS, M. do C. C. A. dos. **Avaliação dos impactos socioeconômico e ambiental da agricultura familiar na microbacia hidrográfica do Oiti, Lagoa Seca – PB**. 2009. 139f.

Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2009.

SANTOS, M. do C. C. A. dos. PEREIRA, J. P. G.; BARROS NETO, J.J. da S.; SOUTO, R. A.; SANTOS, J. F. dos; BRITO, C. H. de. Diagnóstico ambiental da microbacia do Oiti município de Lagoa Seca – PB. **Engenharia Ambiental**, v.6, n. 2, p. 317-329, 2009.

SANTOS, M. J. dos; SILVA, B. B. da. Análise do modelo conceitual e tecnológico do programa cisternas rurais em Sergipe. **Revista Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 464-483, 2009.

SCHOLLES, R. J.; BREEMEN, N. VAN. The effects of global change on tropical ecosystems. **Geoderma**, v.79, n. 1-4, p.9-24, 1997.

SCHUMAN, G. E.; JANZEN, H. H.; HENRRICK, J. E. Soil dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. **Environmental Pollution**, v. 116, n. 2, p. 391-396, 2002.

SILANS, A. P. de, SILVA, F. M. da; BARBOSA, F. de A. dos R. Determinação in loco da difusividade térmica num solo da região de caatinga (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n. 1, p.41-48, 2006.

SILVA, C. A. **Mineralização do nitrogênio e enxofre e caracterização de substâncias húmicas em solos brasileiros por ¹³C-RMN e cromatografia por exclusão de tamanho**. 1997. 82f. Tese (Doutorado em Nutrição de Plantas) – Universidade de Lavras, Lavras, 1997.

SILVA, C. V. da. **Qualidade da água de chuva para consumo humano armazenada em cisternas de placa. Estudo de caso: Araçuaí, MG**. 2006. 136f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais - MG, 2006.

SILVA, D. D. C.; MATTOS, A. Diagnóstico socioeconômico e ambiental em microbacia hidrográfica localizada em um núcleo de desertificação. **Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 45, p. 45-53, 2013.

SILVA, J. E.; LEMANSKI, J.; RESCK, D. V. S. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca de catiônica em solos da região de Cerrados do oeste baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 18, n. 3, p. 541-547, 1994.

SILVA, J. R.; CONCEIÇÃO, G. C. da; PEREIRA, C. A.; OLIVEIRA, T. C. T. de; FREITAS, M. do S. C. de; GIONGO, V.; GAVA, C. A. T.; SILVA, D. J. Estoque de carbono orgânico total em um Argissolo Amarelo adubado com composto orgânico. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 30, 2012, Maceió. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. CDRom.

SILVA, P. C. G. da; MOURA, M. S. B. de; KILL, L. H. P.; BRITO, L. T. de L.; PEREIRA, L. A. SÁ I. B. CORREIA, R. B.; TEIXEIRA, A. H. de C.; CUNHA, J. T. F.; GUIMARÃES FILHO, C. Caracterização do semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. da. **Semiárido Brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, p. 17-48, 2010.

SILVAEIRA, L. M. da. Agricultura familiar no Semiárido brasileiro no contexto de mudanças climáticas globais. In: ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. **Mudanças climáticas e desertificação no Semiárido brasileiro**. Petrolina - PE: Embrapa Semiárido, 2009.

SIQUEIRA NETO, M. **Estoque de carbono e nitrogênio do solo com diferentes manejos no cerrado goiano**. 2006. 162f. Tese (Doutorado em Ciências) –Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SISTI, C.P.J.; SANTOS, H.P.; KOHHANN, R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in Southern Brazil. **Soiland Tillage Research**, v. 76, n. 1, p.39-58, 2004.

SOARES, L. H. de BARROS; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA S.; BODDEY, R. M. Mitigação da emissões de gases de efeito estufa pelo uso de etanol da cana-de-açúcar produzido no Brasil. Rio de Janeiro: Embrapa, **Circular Técnica**, n., 27, abril, 2009.

SOUSA, J. E. L.; DAMASCENO, M. I. F.; SANTOS, M. N. F. dos; NASCIMENTO, F. C. do; FERNANDES, L. E. S. Manejo sustentável da caatinga no sertão central cearense. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1-5, 2011.

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

SOUSA, R. F. de; BARBOSA, M. P.; MORAIS NETO, J. M. de; MENESES, L. F. 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.

SOUSA,V. G. de. **Diagnóstico e prognóstico socioeconômico e ambiental das nascentes do Riacho das Piabas (PB)**. 2010. 108f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB, 2010.

SOUZA, B. V. de. **Estoque de carbono em diferentes fisionomias da Caatinga do Seridó da Paraíba**. 2012. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande. Patos – PB, 2012.

SOUZA, G. S.; LIMA, J. S. S.; SILVA, A. S.; OLIVEIRA, R. B. Variabilidade espacial de atributos químicos em um Argissolo sob pastagem. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 589-596, 2008.

SOUZA, J. L. de; PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, M. A. Potencial de sequestro de carbono em solos agrícolas sob manejo orgânico para redução da emissão de gases de efeito estufa. **IDESIA**, V. 30, N. 1, P. 7-15, 2012.

SPAROVEK, G.; SCHNUG, E. Temporal erosion-induced soil degradation and yield loss. **Soil Science of America Journal**, v. 65, n. 5, p. 1479-1486, 2001.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry, genesis, composition, reaction**. New York: John Wiley, 1982. 443 p.

STURGES, H. A. The choice of a class interval. **Journal of the American Statistical Association**, v. 21, n. 153, p. 65-66, 1926.

TAVARES, A. C. **Aspectos físicos, químicos e microbiológicos da água armazenada em cisternas de comunidades rurais no Semiárido paraibano**. 2009. 166f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba/ Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande – PB, 2009.

TOGNON, A. A.; DEMATTÊ, J. L. E.; DEMATTÊ, J. A. M. Teor e distribuição de matéria orgânica em latossolos das regiões da floresta amazônica e dos cerrados do Brasil central. **Scientia Agrícola**, v. 55, n. 3, p. 343-354, 1998.

TOMÉ JR, J. B. **Manual de interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; OLIVEIRA, M. W.; GAVA, G. J. C.; SARRIES, G. A. Utilização de nitrogênio e produtividade de cana-de-açúcar (cana-planta) em solo arenoso com incorporação de resíduos da cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n. 3, p. 636-646, 2002.

VANNI, S. M. **Modelos de regressão: Estatística aplicada**. São Paulo: Legmar Informática, 1998.

VASCONCELOS,R. F. B. de; CANTALICE, J. R. B.; OLIVEIRA,V. S. de; COSTA, Y. D. J. da; CAVALCANTE, D. M. Estabilidade de agregados de um latossolo amarelo distrocoeso de Tabuleiro Costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 309-316, 2010.

VASCONCELOS,R. F. B. de; CANTALICE, J. R. B.; SILVA, A. J. M. da; OLIVEIRA,V. S. de; SILVA, Y. J. A. B. da. Limites de consistência e propriedades químicas de um Latossolo Amarelo distrocoeso sob aplicação de diferentes resíduos da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 639-648, 2010.

VÁSQUEZ, S. F.; BARROS, J. D. de S.; SILVA, M. F. P. da. Agricultura orgânica: caracterização do seu produtor na cidade de Cajazeiras – PB. **Revista Verde**, v. 3, n. 2, p. 87-97, 2008.

VIEIRA, F. C. B. **Estoques e labilidade da matéria orgânica e acidificação de um Argissolo sob plantio direto afetado por sistemas de cultura e adubação nitrogenada**. 2007. 139f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties the soil. In: HILL, D. (Ed.) **Applications of soil Physics**. New York: Academic Press, 1980, cap. 13, p.319-344.

WENDLING, B.; SANTANA, L. M. F. de; NETO, J. V. S.; VINHAL-FREITAS, I. C.; MARTINS, C. E.;JUCKSCH, I. Carbono orgânico e nitrogênio total em solo aluvial e de encosta na região da zona da mata mineira. In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação

do Solo e da Água, 18, 2010, Teresina. **Anais...** Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2010. CDRom.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Comm. Soil Science Plant Anal.**, v.19, p. 1467-1476, 1988.

ZALAMENA, J. **Impacto do uso da terra nos atributos químicos e físicos de solos do rebordo do Planalto – RS.** 2008. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

APÊNDICES

Proprietários	Latitude (S)	Longitude (W)
Val Paraíso		
P1	06 ⁰ 39' 33.2''	038 ⁰ 21'' 33.7''
P2	06 ⁰ 39' 26.9''	038 ⁰ 21'' 44.4''
Serrote Cabelo Não Tem		
P3	06 ⁰ 39' 40.7''	038 ⁰ 22'' 08.3''
P4	06 ⁰ 49' 58.5''	038 ⁰ 22'' 05.5''
P5	06 ⁰ 40' 23.3''	038 ⁰ 22'' 00.8''
P6	06 ⁰ 38' 55.3''	038 ⁰ 22'' 22.9''
Recanto		
P7	06 ⁰ 41' 31.2''	038 ⁰ 21'' 40.0''
P8	06 ⁰ 42' 38.2''	038 ⁰ 21'' 39.3''
P9	06 ⁰ 42' 45.2''	038 ⁰ 21'' 08.9''
P10	06 ⁰ 42' 46.5''	038 ⁰ 21'' 12.9''
Piau		
P11	06 ⁰ 44' 20.8''	038 ⁰ 20'' 05.8''
P12	06 ⁰ 44' 27.3''	038 ⁰ 20'' 05.2''
P13	06 ⁰ 44' 15.6''	038 ⁰ 20'' 02.5''
Morumbica		
P14	06 ⁰ 41' 31.5''	038 ⁰ 19'' 15.9''
P15	06 ⁰ 41' 31.3''	038 ⁰ 19'' 16.4''
P16	06 ⁰ 41' 35.3''	038 ⁰ 19'' 22.5''
P17	06 ⁰ 41' 36.2''	038 ⁰ 19'' 24.1''
P18	06 ⁰ 41' 29.2''	038 ⁰ 19'' 12.7''
P19	06 ⁰ 41' 28.9''	038 ⁰ 19'' 19.7''
P20	06 ⁰ 41' 27.8''	038 ⁰ 19'' 10.2''
P21	06 ⁰ 41' 36.3''	038 ⁰ 19'' 17.7''

Saguim		
P22	06 ⁰ 43' 32.3''	038 ⁰ 19'' 56.5''
P23	06 ⁰ 43' 37.0''	038 ⁰ 19'' 48.6''
P24	06 ⁰ 43' 19.9''	038 ⁰ 19'' 59.9''
P25	06 ⁰ 43' 30.9''	038 ⁰ 19'' 57.9''
P26	06 ⁰ 43' 28.8''	038 ⁰ 19'' 59.2''
P27	06 ⁰ 43' 22.6''	038 ⁰ 20'' 04.9''
P28	06 ⁰ 43' 11.2''	038 ⁰ 20'' 30.3''
P29	06 ⁰ 43' 26.0''	038 ⁰ 20'' 16.5''
P30	06 ⁰ 43' 20.3''	038 ⁰ 20'' 00.3''
P31	06 ⁰ 43' 18.5''	038 ⁰ 19'' 38.0''
P32	06 ⁰ 43' 32.1''	038 ⁰ 19'' 48.2''
P33	06 ⁰ 43' 41.6''	038 ⁰ 19'' 47.8''
P34	06 ⁰ 43' 27.2''	038 ⁰ 19'' 37.9''
Baixio dos Albuquerque		
P35	06 ⁰ 42' 11.1''	038 ⁰ 22'' 21.6''
P36	06 ⁰ 43' 29.2''	038 ⁰ 22'' 48.8''
P37	06 ⁰ 42' 34.5''	038 ⁰ 22'' 27.9''
P38	06 ⁰ 42' 43.2''	038 ⁰ 22'' 35.8''
P39	06 ⁰ 42' 39.4''	038 ⁰ 22'' 35.9''
P40	06 ⁰ 42' 36.0''	038 ⁰ 22'' 32.6''
P41	06 ⁰ 42' 31.4''	038 ⁰ 22'' 34.7''
P42	06 ⁰ 42' 18.5''	038 ⁰ 22'' 25.4''
Umburanas		
P43	06 ⁰ 43' 18.4''	038 ⁰ 23'' 20.8''
P44	06 ⁰ 43' 29.2''	038 ⁰ 22'' 52.7''
P45	06 ⁰ 43' 28.1''	038 ⁰ 22'' 56.4''
P46	06 ⁰ 43' 28.8''	038 ⁰ 22'' 46.8''

P47	06 ⁰ 43' 29.2''	038 ⁰ 22'' 44.1''
P48	06 ⁰ 43' 29.0''	038 ⁰ 22'' 41.9''
Várzea da Jurema		
P49	06 ⁰ 43' 00.4''	038 ⁰ 19'' 16.4''
P50	06 ⁰ 42' 43.2''	038 ⁰ 19'' 21.4''
P51	06 ⁰ 42' 35.5''	038 ⁰ 19'' 20.4''
P52	06 ⁰ 42' 51.6''	038 ⁰ 19'' 16.2''
P53	06 ⁰ 42' 43.5''	038 ⁰ 19'' 22.8''
P54	06 ⁰ 42' 32.4''	038 ⁰ 19'' 23.6''
P55	06 ⁰ 42' 29.3''	038 ⁰ 19'' 22.6''
P56	06 ⁰ 42' 34.1''	038 ⁰ 19'' 26.0''
P57	06 ⁰ 42' 33.2''	038 ⁰ 19'' 25.3''
P58	06 ⁰ 42' 34.9''	038 ⁰ 19'' 50.1''
P59	06 ⁰ 42' 46.6''	038 ⁰ 19'' 42.3''
P60	06 ⁰ 42' 37.5''	038 ⁰ 19'' 34.2''
P61	06 ⁰ 42' 25.9''	038 ⁰ 19'' 16.9''
P62	06 ⁰ 42' 35.9''	038 ⁰ 19'' 28.0''
P63	06 ⁰ 42' 24.3''	038 ⁰ 19'' 17.2''
P64	06 ⁰ 42' 40.5''	038 ⁰ 19'' 30.2''
Catolé da Piedade		
P65	06 ⁰ 41' 49.2''	038 ⁰ 21'' 34.9''
P66	06 ⁰ 41' 03.7''	038 ⁰ 21'' 06.0''
P67	06 ⁰ 41' 38.4''	038 ⁰ 21'' 13.4''
Barracão		
P68	06 ⁰ 39' 55.2''	038 ⁰ 20'' 49.9''

Apêndice 02. Localização Geográfica dos pontos de coleta de solo nos diferentes ambientes avaliados

ÁREAS	Latitude (S)	Longitude (W)
Vegetação Nativa Perfil I	06 ⁰ 42' 09.2"	038 ⁰ 23" 23.8"
Vegetação Nativa Perfil II	06 ⁰ 44' 33.1"	038 ⁰ 19" 15.3"
Vegetação Nativa Perfil III	06 ⁰ 41' 49.9"	038 ⁰ 18" 35.2"
Vegetação Nativa Perfil IV	06 ⁰ 42' 41.4"	038 ⁰ 20" 41.7"
Vegetação Rala Perfil I	06 ⁰ 42' 55.9"	038 ⁰ 21" 27.5"
Vegetação Rala Perfil II	06 ⁰ 43' 45.3"	038 ⁰ 22" 37.0"
Vegetação Rala Perfil III	06 ⁰ 43' 14.3"	038 ⁰ 19" 29.0"
Vegetação Rala Perfil IV	06 ⁰ 41' 04.3"	038 ⁰ 21" 28.4"
Pastagem Perfil I	06 ⁰ 42' 56.8"	038 ⁰ 21" 22.7"
Pastagem Perfil II	06 ⁰ 44' 18.7"	038 ⁰ 21" 24.4"
Pastagem Perfil III	06 ⁰ 42' 35.8"	038 ⁰ 19" 26.0"
Pastagem Perfil IV	06 ⁰ 41' 57.3"	038 ⁰ 18" 23.9"
Agricultura Anual Perfil I	06 ⁰ 43' 29.2"	038 ⁰ 23" 44.7"
Agricultura Anual Perfil II	06 ⁰ 43' 22.9"	038 ⁰ 19" 41.1"
Agricultura Anual Perfil III	06 ⁰ 42' 53.7"	038 ⁰ 19" 16.7"
Agricultura Anual Perfil IV	06 ⁰ 41' 25.7"	038 ⁰ 19" 46.5"
Agricultura Permanente Perfil I	06 ⁰ 42' 34.6"	038 ⁰ 18" 18.8"
Agricultura Permanente Perfil II	06 ⁰ 44' 19.7"	038 ⁰ 20" 15.0"
Agricultura Permanente Perfil III	06 ⁰ 44' 35.6"	038 ⁰ 20" 31.0"
Agricultura Permanente Perfil IV	06 ⁰ 42' 20.7"	038 ⁰ 19" 59.5"

ÁREAS	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	SB	H ⁺	Al ³⁺	T	P	pH	CE	d
VN. P. 1 0-10	22,01	9,45	0,26	0,54	32,26	0,00	0,00	32,60	54,20	6,70	0,09	1,28
VN. P. 2 0-10	15,44	10,40	2,00	0,63	28,47	0,00	0,00	28,47	53,80	7,00	0,12	1,37
VN. P. 3 0-10	15,30	11,65	2,00	0,44	29,39	0,36	0,00	29,78	53,80	6,74	0,11	1,36
VN. P.4 0-10	27,36	8,55	0,20	0,68	36,79	0,00	0,00	36,79	55,60	7,20	0,08	1,36
VN. P. 1 10-20	22,83	7,92	0,35	0,37	31,47	0,00	0,00	31,47	47,90	7,20	0,06	1,20
VN. P. 2 10-20	13,79	11,72	5,13	0,49	31,13	0,00	0,00	31,13	55,90	7,06	0,13	1,37
VN. P. 3 10-20	16,35	12,19	1,13	0,33	30,00	0,00	0,00	30,00	53,80	7,10	0,12	1,34
VN. P.4 10-20	27,91	9,54	0,28	0,42	38,15	0,00	0,00	38,15	56,00	7,28	0,07	1,37
VN. P. 1 20-30	25,44	6,44	0,30	0,42	32,60	0,00	0,00	32,60	53,70	7,67	0,06	1,24
VN. P. 2 20-30	23,71	8,00	0,39	0,40	33,10	0,00	0,00	33,10	56,00	7,40	0,06	1,58
VN. P. 3 20-30	15,51	13,28	4,00	0,35	35,14	0,00	0,00	27,15	56,00	7,50	0,09	1,56
VN. P.4 20-30	31,54	9,89	0,42	0,23	42,08	0,00	0,00	42,08	40,60	8,03	0,11	1,58
VN. P. 1 30-40	27,12	5,95	0,38	0,38	33,83	0,00	0,00	33,83	53,90	7,92	0,10	1,68
VN. P. 2 30-40	25,02	6,14	0,44	0,21	31,81	0,00	0,00	31,81	54,00	7,87	0,07	1,65
VN. P. 3 30-40	24,33	7,77	0,48	0,37	32,95	0,00	0,00	32,95	56,10	7,83	0,08	1,61
VN. P.4 30-40	27,55	8,42	0,39	0,26	36,62	0,00	0,00	32,62	32,30	8,08	0,12	1,68
VR. P. 1 0-10	14,90	10,01	0,66	0,63	26,20	1,48	0,00	27,68	53,50	7,23	0,06	1,52
VR. P. 2 0-10	14,90	10,01	0,66	0,63	26,20	1,48	0,00	27,68	53,50	6,30	0,08	1,54
VR. P. 3 0-10	15,70	10,26	0,90	0,63	27,49	0,59	0,00	28,08	52,50	6,40	0,10	1,37
VR. P. 4 0-10	18,86	17,34	3,11	0,82	40,13	0,00	0,00	40,13	48,70	7,07	0,10	1,68
VR. P. 1 10-20	15,59	9,87	0,70	0,53	26,69	0,10	0,00	26,79	56,10	6,70	0,07	1,73
VR. P. 2 10-20	23,43	7,80	0,22	0,56	32,01	0,00	0,00	32,01	53,60	7,32	0,06	1,68
VR. P. 3 10-20	12,20	7,80	0,86	0,33	21,19	0,00	0,00	21,19	51,30	6,93	0,06	1,43
VR. P. 4 10-20	19,51	16,22	4,95	0,77	41,45	0,00	0,00	41,45	50,50	7,20	0,12	1,51
VR. P. 1 20-30	16,93	8,54	0,85	0,42	26,74	0,26	0,00	27,00	53,70	6,70	0,09	1,62
VR. P. 2 20-30	22,57	8,98	0,32	0,42	32,29	0,00	0,00	32,29	53,60	7,36	0,07	1,45
VR. P. 3 20-30	13,73	10,11	2,74	0,28	26,86	0,00	0,00	26,86	49,80	7,24	0,06	1,47
VR. P. 4 20-30	16,60	16,60	7,62	0,81	40,43	0,00	0,00	40,43	50,50	7,13	0,08	1,87
VR. P. 1 30-40	19,64	9,12	2,00	0,40	31,16	0,00	0,00	31,16	56,00	8,15	0,14	1,62
VR. P. 2 30-40	23,12	10,75	0,44	0,54	40,23	0,00	0,00	40,23	54,40	7,68	0,07	1,96
VR. P. 3 30-40	14,27	9,61	5,13	0,19	29,20	0,00	0,00	29,30	50,00	7,30	0,09	1,42
VR. P. 4 30-40	16,98	14,86	7,53	0,77	40,14	0,00	0,00	40,14	51,80	7,08	0,09	1,63
P. P. 1 0-10	26,97	9,75	0,38	0,56	37,66	0,00	0,00	37,66	55,90	7,22	0,08	1,63
P. P. 2 0-10	22,28	8,97	0,45	0,30	32,00	0,00	0,00	32,00	58,10	6,91	0,10	1,34
P. P. 3 0-10	18,38	12,41	0,44	0,60	31,83	0,00	0,00	31,83	53,70	6,90	0,09	1,31
P. P. 4 0-10	18,88	10,62	0,90	0,62	31,02	0,59	0,00	31,61	51,20	6,70	0,09	1,60
P. P. 1 10-20	27,62	8,13	0,31	0,58	36,54	0,00	0,00	36,54	53,60	7,52	0,08	1,44
P. P. 2 10-20	24,39	6,44	0,24	0,45	31,52	0,00	0,00	32,52	54,30	7,50	0,08	1,64
P. P. 3 10-20	25,26	4,93	0,57	0,23	30,99	0,00	0,00	30,99	53,50	6,85	0,09	1,42
P. P. 4 10-20	16,55	13,63	2,47	0,50	33,15	0,00	0,00	33,15	50,10	7,15	0,13	1,62
P. P. 1 20-30	25,40	7,59	0,44	0,53	33,87	0,00	0,00	33,87	54,80	7,80	0,06	1,36
P. P. 2 20-30	23,36	10,76	0,61	0,30	35,03	0,00	0,00	35,03	53,90	7,70	0,08	1,60
P. P. 3 20-30	25,32	10,46	0,88	0,31	36,97	0,00	0,00	36,97	54,00	7,68	0,14	1,51
P. P. 4 20-30	17,04	10,46	3,02	0,50	31,02	0,00	0,00	31,02	53,60	7,25	0,09	1,82
P. P. 1 30-40	27,94	7,55	0,66	0,50	36,65	0,00	0,00	36,65	56,00	7,90	0,06	1,74
P. P. 2 30-40	25,58	10,24	0,90	0,37	37,09	0,00	0,00	37,09	58,60	7,86	0,07	1,67
P. P. 3 30-40	14,22	11,24	4,30	0,50	30,26	0,00	0,00	30,26	53,60	7,43	0,13	1,81

P. P. 4 30-40	18,75	9,82	0,88	0,60	30,05	0,00	0,00	30,05	55,20	7,80	0,08	1,32
AA. P. 1 0-10	19,95	11,87	0,26	0,56	32,56	0,92	0,00	32,56	53,70	6,60	0,17	1,61
AA. P. 2 0-10	19,00	12,47	0,89	0,40	32,76	0,00	0,00	32,76	53,70	7,45	0,09	1,85
AA. P. 3 0-10	23,36	15,89	1,82	0,60	41,67	0,00	0,00	41,67	54,30	7,78	0,13	1,55
AA P.4 0-10	24,66	14,77	1,45	0,63	41,51	0,00	0,00	41,51	52,90	7,82	0,12	1,93
AA. P. 1 10-20	16,44	5,36	4,21	0,60	26,31	0,00	0,00	26,31	54,20	8,86	0,27	1,72
AA. P. 2 10-20	22,64	10,88	0,47	0,50	34,49	1,09	0,00	35,58	56,10	6,42	0,07	1,73
AA. P. 3 10-20	24,70	14,52	2,37	0,56	42,15	0,00	0,00	42,15	53,10	7,96	0,12	1,93
AA P.4 10-20	25,45	14,55	1,82	0,77	42,59	0,00	0,00	42,59	53,40	7,05	0,13	1,73
AA. P. 1 20-30	11,63	8,37	5,50	0,18	25,68	0,00	0,00	25,68	55,90	8,63	0,08	1,72
AA. P. 2 20-30	20,00	13,02	0,50	0,44	33,96	0,00	0,00	33,96	54,20	6,67	0,07	1,86
AA. P. 3 20-30	20,00	12,27	3,48	0,37	36,12	0,00	0,00	36,12	55,90	7,70	0,12	1,85
AA. P.4 20-30	24,94	13,67	2,93	0,61	42,15	0,00	0,00	42,15	53,00	8,00	0,14	1,93
AA. P. 1 30-40	10,70	8,41	7,52	0,59	27,22	0,00	0,00	27,22	55,10	8,50	0,11	1,87
AA. P. 2 30-40	19,74	11,05	2,20	0,33	33,40	0,00	0,00	33,40	54,80	8,05	0,12	1,85
AA. P. 3 30-40	21,14	16,31	3,85	0,53	41,83	0,00	0,00	41,83	53,10	8,00	0,13	2,02
AA. P.4 30-40	23,23	16,65	2,75	0,65	43,28	0,00	0,00	43,28	53,20	7,90	0,11	1,89
AP. P. 1 0-10	23,08	11,50	2,28	0,79	37,65	0,00	0,00	37,65	55,60	7,98	0,11	1,49
AP. P. 2 0-10	29,65	8,08	1,64	0,68	40,05	0,00	0,00	40,05	55,20	7,90	0,21	1,72
AP. P. 3 0-10	26,17	7,93	1,55	0,88	36,53	0,00	0,00	36,53	54,80	8,17	0,14	1,32
AP. P. 4 0-10	23,23	13,12	1,73	0,63	38,71	0,00	0,00	38,71	54,30	7,60	0,13	1,47
AP. P. 1 10-20	24,62	12,91	2,19	0,68	40,40	0,00	0,00	40,40	55,00	7,92	0,14	1,48
AP. P. 2 10-20	23,45	10,83	2,65	0,67	37,60	0,00	0,00	37,60	55,60	7,86	0,12	1,79
AP. P. 3 10-20	24,21	12,05	1,45	0,76	38,47	0,00	0,00	38,47	55,60	7,90	0,15	1,45
AP. P. 4 10-20	25,62	12,66	0,90	0,62	38,08	0,00	0,00	38,08	54,10	7,80	0,09	1,73
AP. P. 1 20-30	23,83	12,37	2,92	0,58	39,70	0,00	0,00	39,70	55,60	8,05	0,11	1,80
AP. P. 2 20-30	23,87	10,95	2,65	0,63	38,10	0,00	0,00	38,10	55,80	7,80	0,09	1,81
AP. P. 3 20-30	27,35	6,83	1,83	0,65	36,66	0,00	0,00	36,66	55,20	7,90	0,20	1,57
AP. P. 4 20-30	22,86	13,78	1,54	0,58	38,76	0,00	0,00	38,76	53,90	7,70	0,09	1,66
AP. P. 1 30-40	25,31	11,81	3,48	0,58	41,18	0,00	0,00	41,18	55,60	8,03	0,11	1,81
AP. P. 2 30-40	22,20	12,75	3,29	0,62	38,86	0,00	0,00	38,86	55,80	7,80	0,08	1,82
AP. P. 3 30-40	27,72	8,83	2,00	0,70	39,25	0,00	0,00	39,25	55,60	7,90	0,12	1,67
AP. P. 4 30-40	23,90	11,60	1,64	0,62	37,76	0,00	0,00	37,76	55,60	7,90	0,09	1,67

Ca²⁺ (cmol_c kg⁻¹)= cálcio; Mg²⁺ (cmol_c kg⁻¹)= magnésio; Na⁺ (cmol_c kg⁻¹)= sódio; K⁺ (cmol_c kg⁻¹)= potássio; SB (cmol_c kg⁻¹) = soma de bases; H⁺ (cmol_c kg⁻¹)= hidrogênio; Al³⁺ (cmol_c kg⁻¹)= alumínio; T (cmol_c kg⁻¹)= ????:? P (mg dm⁻³)= fósforo; C.E. (mmhos/com)= condutividade elétrica; d= densidade; VN. P.1= vegetação nativa perfil 1; VN. P.2= vegetação nativa perfil 2; VN. P.3= vegetação nativa perfil 3; VN. P.4= vegetação nativa perfil 4; VR. P. 1 = vegetação rala perfil 1; VR. P. 2 = vegetação rala perfil 2; VR. P. 3 = vegetação rala perfil 3; VR. P. 4 = vegetação rala perfil 4; P. P. 1= pastagem perfil 1; P. P. 2= pastagem perfil 2; P. P. 3= pastagem perfil 3; P. P. 4= pastagem perfil 4; AA. P. 1= agricultura anual perfil 1; AA. P. 2= agricultura anual perfil 2; AA. P. 3= agricultura anual perfil 3; AA. P. 4= agricultura anual perfil 4; AP. P. 1= agricultura permanente perfil 1; AP. P. 2= agricultura permanente perfil 2; AP. P. 3= agricultura permanente perfil 3; AP. P. 4= agricultura permanente perfil 4.

ÁREAS	C.O.	M.O.	N.T.	E.C.	E.N.
VN. P. 1 0-10	8,40	1,45	0,08	10,73	1,02
VN. P. 2 0-10	12,30	2,12	0,12	16,84	1,64
VN. P. 3 0-10	12,00	2,07	0,12	16,28	1,63
VN. P.4 0-10	11,70	2,02	0,11	15,87	1,49
VN. P. 1 10-20	8,30	1,43	0,08	9,93	0,96
VN. P. 2 10-20	11,10	1,91	0,11	15,20	1,51
VN. P. 3 10-20	9,30	1,60	0,09	12,47	1,21
VN. P.4 10-20	7,70	1,33	0,07	10,54	0,96
VN. P. 1 20-30	5,80	1,00	0,05	7,19	0,62
VN. P. 2 20-30	6,60	1,14	0,06	10,45	0,95
VN. P. 3 20-30	6,50	1,12	0,06	10,14	0,94
VN. P.4 20-30	6,00	1,03	0,06	9,50	0,95
VN. P. 1 30-40	4,90	0,84	0,04	8,22	0,67
VN. P. 2 30-40	4,80	0,83	0,04	7,90	0,66
VN. P. 3 30-40	9,70	1,67	0,09	15,66	1,45
VN. P.4 30-40	5,30	0,91	0,05	8,89	0,84
VR. P. 1 0-10	7,90	1,36	0,07	12,04	1,07
VR. P. 2 0-10	8,80	1,52	0,08	13,55	1,23
VR. P. 3 0-10	9,10	1,57	0,09	12,44	1,23
VR. P. 4 0-10	9,50	1,64	0,09	15,94	1,51
VR. P. 1 10-20	7,90	1,31	0,07	13,65	1,21
VR. P. 2 10-20	7,00	1,21	0,07	11,76	1,18
VR. P. 3 10-20	3,60	0,62	0,03	5,14	0,43
VR. P. 4 10-20	5,00	0,86	0,05	7,54	0,75
VR. P. 1 20-30	5,80	1,00	0,05	9,41	0,81
VR. P. 2 20-30	4,00	0,69	0,04	5,78	0,58
VR. P. 3 20-30	4,90	0,84	0,04	7,20	0,59
VR. P. 4 20-30	5,30	0,91	0,05	9,89	0,93
VR. P. 1 30-40	4,40	0,76	0,04	7,14	0,65
VR. P. 2 30-40	3,40	0,59	0,03	6,67	0,59
VR. P. 3 30-40	4,80	0,83	0,04	6,80	0,57
VR. P. 4 30-40	5,20	0,90	0,05	8,46	0,81
P. P. 1 0-10	7,90	1,36	0,07	12,87	1,14
P. P. 2 0-10	5,30	0,91	0,05	7,12	0,67
P. P. 3 0-10	8,60	1,48	0,08	11,29	1,05
P. P. 4 0-10	8,90	1,53	0,08	14,20	1,28
P. P. 1 10-20	5,70	0,98	0,05	8,22	0,72
P. P. 2 10-20	6,30	1,09	0,06	10,35	0,99
P. P. 3 10-20	5,40	0,93	0,05	7,68	0,71
P. P. 4 10-20	5,00	0,86	0,05	8,10	0,81
P. P. 1 20-30	4,50	0,77	0,04	6,11	0,54
P. P. 2 20-30	4,50	0,77	0,04	6,91	0,61
P. P. 3 20-30	3,70	0,64	0,03	5,59	0,45
P. P. 4 20-30	4,70	0,81	0,04	8,54	0,73
P. P. 1 30-40	4,60	0,79	0,04	7,99	0,69
P. P. 2 30-40	5,00	0,86	0,05	8,33	0,83
P. P. 3 30-40	5,20	0,90	0,05	9,41	0,90
P. P. 4 30-40	5,90	1,02	0,05	7,79	0,66

AA. P. 1 0-10	9,00	1,55	0,09	14,46	1,45
AA. P. 2 0-10	6,10	1,05	0,06	11,27	1,11
AA. P. 3 0-10	6,00	1,03	0,06	9,29	0,93
AA P.4 0-10	6,70	1,15	0,06	12,92	1,16
AA. P. 1 10-20	5,10	0,88	0,05	8,79	0,86
AA. P. 2 10-20	5,40	0,93	0,05	9,34	0,87
AA. P. 3 10-20	4,00	0,70	0,04	7,72	0,77
AA P.4 10-20	4,70	0,81	0,04	8,11	0,69
AA. P. 1 20-30	5,50	0,95	0,05	9,47	0,86
AA. P. 2 20-30	6,60	1,14	0,06	12,24	1,11
AA. P. 3 20-30	5,80	1,00	0,05	10,72	0,92
AA. P.4 20-30	6,10	1,05	0,06	11,79	1,16
AA. P. 1 30-40	4,40	0,76	0,04	8,23	0,75
AA. P. 2 30-40	4,00	0,69	0,04	7,42	0,74
AA. P. 3 30-40	3,60	0,62	0,03	7,29	0,61
AA. P.4 30-40	3,80	0,65	0,03	7,18	0,57
AP. P. 1 0-10	7,60	1,31	0,07	11,35	1,05
AP. P. 2 0-10	5,20	0,90	0,05	8,92	0,86
AP. P. 3 0-10	5,90	1,02	0,05	7,81	0,66
AP. P. 4 0-10	5,50	0,95	0,05	8,07	0,73
AP. P. 1 10-20	5,70	0,98	0,05	8,44	0,74
AP. P. 2 10-20	3,50	0,60	0,03	6,28	0,54
AP. P. 3 10-20	4,20	0,72	0,04	6,10	0,58
AP. P. 4 10-20	7,30	1,26	0,07	12,64	1,21
AP. P. 1 20-30	4,50	0,77	0,04	8,12	0,72
AP. P. 2 20-30	5,40	0,93	0,05	9,78	0,91
AP. P. 3 20-30	5,00	0,86	0,05	7,85	0,79
AP. P. 4 20-30	5,70	0,98	0,05	9,48	0,83
AP. P. 1 30-40	6,00	1,03	0,06	10,87	1,09
AP. P. 2 30-40	5,60	0,96	0,05	10,18	0,91
AP. P. 3 30-40	5,00	0,86	0,05	8,37	0,84
AP. P. 4 30-40	7,50	1,29	0,08	12,55	1,17

C. O. (gkg^{-1})= carbono orgânico; M. O. (%)= matéria orgânica; N.T.(dagkg^{-1})= nitrogênio total; E. C.(Mgha^{-1})= estoque de carbono; E. N.(mgha^{-1})= estoque de nitrogênio; VN. P.1= vegetação nativa perfil 1; VN. P.2= vegetação nativa perfil 2; VN. P.3= vegetação nativa perfil 3; VN. P.4= vegetação nativa perfil 4; VR. P. 1 = vegetação rala perfil 1; VR. P. 2 = vegetação rala perfil 2; VR. P. 3 = vegetação rala perfil 3; VR. P. 4 = vegetação rala perfil 4; P. P. 1= pastagem perfil 1; P. P. 2= pastagem perfil 2; P. P. 3= pastagem perfil 3; P. P. 4= pastagem perfil 4; AA. P. 1= agricultura anual perfil 1; AA P. 2= agricultura anual perfil 2; AA. P. 3= agricultura anual perfil 3; AA. P. 4= agricultura anual perfil 4; AP. P. 1= agricultura permanente perfil 1; AP P. 2= agricultura permanente perfil 2; AP. P. 3= agricultura permanente perfil 3; AP. P. 4= agricultura permanente perfil 4.

Nome do Proprietário:
Nome da Microbacia:
Nome da comunidade:
Localização (coordenadas):
Entrevistador:

Q. 12	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	Data:	
Código	Elementos poluentes (sem orientação técnico-científica)	Valor encontrado	Observações
12.1	Lixeiras (lixo urbano, rural) – Monturo		
12.2	Exploração de madeira (lenha, carvão, estaca, vara etc.)		
12.3	Pocilgas/chiqueiro		
12.4	Aviários/estábulo (cocheira/curral)		
12.5	Erosões marcantes (no terreno ou na rua/estrada)		
12.6	Esgotos a céu aberto		
12.7	Queimadas		
12.8	Exploração de espécies nativas		
12.9	Aplicação de agrotóxicos		
12.10	Exploração de areias		
12.11	Exploração de minério		
12.12	Poluição Química		
12.13	Estocagem de defensivos		
12.14	Matadouros (Abate de animais para venda)		
12.15	Minério radioativo		
12.16	Soro do leite		

Convenções:

Alternativas	valor ponderado
Não se aplica tal indicador na área experimental	1
Existe com orientação técnica-científica	2
Existe sem orientação técnica-científica	3

DIAGNÓSTICO SÓCIO-ECONÔMICO

FATOR SOCIAL

a) Variável Demográfica

Quadro 01 - Diagnóstico socioeconômico - códigos e critérios de estratificação, fator social, variável demográfica.

Código 1.1: Idade do chefe de família

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
21-25	1
25-30	2
31-35	3
36-40	4
41-45	5
46-50	6
51-55	7
56-60	8
61-65	9
≥ 66 ou < 20	10

Código 1.2: Grau de instrução do chefe de família

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Graduação/especialização/Mestrado/Doutorado / Livre docência	1
Ensino médio completo ou curso técnico	2
Ensino médio incompleto	3
5º à 8ª série (ensino fundamental)	4
1º à 4ª série (ensino fundamental)	8
Analfabeto	10

Código 1.3: Média de idade do núcleo familiar

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS	Campo para descrever as idades para posterior média	Campo para descrever a escolaridade correspondente a idade
21-25	1		
25-30	2		
31-35	3		
36-40	4		
41-45	5		
46-50	6		
51-55	7		
56-60	8		
61-65	9		
≥ 66 ou < 20	10		

Código 1.4: Total de pessoas do núcleo familiar (chefe e esposa/o + filhos)

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
3-4 pessoas	1
5-6 pessoas	3
7-8 pessoas	4
1-2 pessoas	7
Acima 9 pessoas	10

b) Variável Habitação

Quadro 02 - Diagnóstico socioeconômico - códigos e critérios de estratificação, fator social, variável habitação

Código 2.1: Tipo de habitação

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Casa de qualquer tipo ótima	1
Casa de alvenaria boa	2
Casa de alvenaria ruim	3
Casa de tijolo e taipa	4
Casa de taipa boa (pau a pique boa)	6
Casa de taipa ruim (pau a pique ruim)	8
Casa de lata/papelão/palha	10

Código 2.2: Tipo de fogão

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
(Elétrico e/ou biogás e/ou microondas)+ Gás	1
Gás	2
Gás e Lenha/carvão	4
Carvão / lenha	10

Código 2.3: Água para consumo das pessoas

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Potável =Filtrada + (fervida ou clorada ou SODIS)	1
Não Potável	10

Código 2.4: Origem da água consumida para consumo humano

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Rede pública	1
Poço/água doce	2
Bica/Cisterna	3
Cisterna	4
Açude/Rio/Riacho/Barreiro	6
Carro pipa	10

Código 2.5: Esgoto

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Rede de esgoto	1
Poço negro ou fossa séptica	3
Eliminação livre	10

Código 2.6: Eliminação de lixos

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Coleta seletiva	1
Coleta pública	2
Enterra ou queima	5
Livre	10

d) Variável Participação em Organização (Associação)

Quadro 03 - Diagnóstico socioeconômico - códigos e critérios de estratificação, fator social, variável participação em organização.

Código 3.1: Participação em organização (associação)

ALTERNATIVAS	Sim ou não	CONSIDERAÇÃO	VALORES PONDERADOS
Se faz uso de máquinas/equipamentos coletivo		todos os 08 itens(sim)	1
Se participa de algum projeto comunitário/coletivo		7 itens (sim)	2
Se faz ou fez parte da diretoria/conselho		6 itens (sim)	3
Se ele participa das reuniões		5 itens (sim)	4
Se ele conhece o estatuto		4 itens (sim)	5
Se faz parte de associação		3 itens (sim)	6
Se faz parte de cooperativa		2 itens (sim)	7
Se é sindicalizado		só um item	8
Já fez parte			9
Não faz parte			10

e) Variável Salubridade Rural

Quadro 04 - Diagnóstico socioeconômico - códigos e critérios de estratificação, fator social, variável salubridade rural.

Código 4.1: Infestação de pragas (Ataque de Nematoides, cupins, formigas, gafanhotos, lagartas, ectoparasitas, cochonilha, ratos, moscas, pulgas, pernilongos, piolhos, baratas e verminose animal)

Outras:

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Nula	1
Baixa	3
Média	5
Alta	7
Impeditiva	10
NULA – Sem infestação BAIXA - Pequena infestação MÉDIA - Infestação de gravidade média ALTA - Infestação intensa e extensa IMPEDITIVA - Infestação tão grande que impossibilita a exploração do terreno	

Código 4.2: Combate a pragas

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
MIP(Manejo Integrado de Pragas)	1
Biológica (plantas inimigas e inimigos naturais)	2
Sistemático (Periódico)	3
Eventual	5
Nunca	10

FATOR ECONÔMICO

a) Variável Produção

Quadro 05 - Diagnóstico socioeconômico - códigos e critérios de estratificação, fator econômico, variável produção.

Código 5.1: Variável produtividade agrícola média

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Acima da média	1
Na média	2

Explicitar os valores obtidos por saco, hectare e o produto

1
2

Abaixo da média	5
Não Produz	10

5
10

Principais tipos de cultivos a considerar: Milho, batata, sorgo, girassol, algodão, mandioca, feijão, hortaliças, cana-de-açúcar, tomate, cebola, verduras em geral, frutas em geral etc..

Códigos 5.2 e 5.3: Florestamento e pastagens plantadas

CÓDIGO	ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS	
5.2	Florestamentos (Incluir mata nativa) / arborização	≥20% da área	1
		10 – 19% da área	5
		1 – 9 % da área	8
		Abaixo de 1% /Não tem	10
5.3	Pastagens plantadas (Capineira, palma, capim pastoreio)	Pasto conservado+ensilagem/fenação	1
		Pasto conservado sem reserva estratégica alimentar	3
		Pasto degradado invadido por ervas daninhas ou pioneiras	5
		Aquisição de volumoso extra propriedade	8
		Não tem	10

b) Variável Animais de Trabalho

Quadro 06 - Diagnóstico socioeconômico - códigos e critérios de estratificação, fator econômico, variável atividade de animais de trabalho.

Códigos 6.1: Variável animais de trabalho

	ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
	Boi+cavalo+Jumento/Burro (03 animais de uso para o trabalho rural-Transporte de produção, aração...)	1
	Apenas dois deles	3
	apenas um deles	5
	nenhum deles	10

c) Variável Animais de Produção

Quadro 07 - Diagnóstico socioeconômico - códigos e critérios de estratificação, fator econômico, variável atividade de produção pecuária.

Código 7.1: Variável animais de produção agropecuária

	ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
	Possui >=4 tipos de animais de produção	1
	Possui 3 tipos de animais de produção	3
	Possui 2 tipos de animais de produção	5
	Possui 1 tipos de animais de produção	7
	Não possui tipo de animal	10

d) Variável Comercialização, Crédito e Rendimento

Quadro 08 - Diagnóstico socioeconômico - códigos e critérios de estratificação, fator econômico, variável comercialização, crédito e rendimento.

Código 8.1: A quem vende a produção de origem agrícola

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Cooperativas	1
Ceasa	3
Agroindústria	4
Mercadinho (varejo)	5
Consumidor	7
Intermediário	8
Não vende	10

Código 8.2: A quem vende a produção de origem pecuária

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Cooperativas	1
Frigoríficos (abatedouro)	3

Feira de animais	4
Marchante (varejo)	5
Intermediário	7
Consumidor	8
Não vende	10

Código 8.3: A quem vende a produção de origem florestal (umbu, carvão, castanha, lenha)

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Consumidor	1
Cooperativas	3
Ceasa	4
Agroindústria	5
Mercadinho (varejo)	7
Intermediário	8
Não vende	10

Código 8.4: Fonte principal de crédito agrário

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS		
Recurso próprio	1		
Cooperativas	2		
Fundo rotativo	3	O produtor recebe o bem e repõe num tempo estabelecido para atender outro produtor	Fundo constituído com recursos próprio de um grupo
Banco Oficial	4		
Agroindústria/ Frigoríficos	6		
Bancos particulares	8		
Agiota (particulares)	9		
Não tem acesso ao crédito	10		

Código 8.5: Renda bruta aproximada da propriedade (mensal)

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
> 5 salários mínimos	1
4 – 5 salários mínimos	2
3 – 4 salários mínimos	3
2 – 3 salários mínimos	4
1 – 2 salários mínimos	7
½ – 1 salários mínimos	9
Até ½ salário mínimo	10

Código 8.6: Outras rendas

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Tem (citar ao lado)	1
Não tem	10

Código 8.7: Renda total

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
> 5 salários mínimos	1
>4 – 5 salários mínimos	2
>3 – 4 salários mínimos	3
>2 – 3 salários mínimos	4
>1 – 2 salários mínimos	7
>½ – 1 salários mínimos	9
Até ½ salário mínimo	10

FATOR TECNOLÓGICO

a) Variável Tecnológica

Quadro 09 - Diagnóstico socioeconômico - códigos e critérios de estratificação, fator tecnológico, variável tecnológica.

Código 9.1: Área da propriedade (em ha)

Alternativas	VALORES PONDERADOS
Mais de 200 ha e com aproveitamento acima de 50%	1

De 101 a 200 ha e com aproveitamento acima de 50%	2
De 21 a 100 ha e com aproveitamento acima de 50%	4
Menos de 20 ha e com aproveitamento acima de 50%	6
Mais de 20 ha e com aproveitamento de até 50%	8
Menos de 20 ha e com aproveitamento de até 50%	10

Código 9.2: Tipo de posse

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Proprietário	1
Posseiro da reforma agrária	3
Arrendatário	5
Meeiro	7
Ocupante/Posseiro ilegal	10

Código 9.3: Adubação e/ou calagem

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Não usa	10
Eventual Química, sem orientação técnica	8
Química, segundo orientação técnica	3
Químico e Orgânica orientação técnica	2
Orgânica / adubação verde e rotação de cultura entre outras práticas conservacionistas	1

Código 9.4: Tipo de ferramentas/implementos que possui para lidar na propriedade.

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Ambas	1
Mecânica	5
Manual	10

Código 9.5: Logística na propriedade (tipo de transporte para escoamento da produção/deslocamento)

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Veículo próprio	1
Transporte alternativo	2
Ônibus	3
Motocicleta	4
Carroça com tração animal	6
Cavalo, Burro, Jumento...	7
Bicicleta	8
Carroça-de-mão	9
Não tem	10

Código 9.6: Tipo de preparo do solo para plantio, quanto a direção das leiras

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Plantio em contorno (terraceamento)	1
Morro abaixo (a favor do declive)	10

Código 9.7: Quanto a reserva de alimentação animal

ALTERNATIVAS	Sim ou não	VALORES PONDERADOS
Práticas de ensilagem e/ou fenação no período chuvoso		4 itens (sim) 1
Possui culturas proteicas para os animais (Sorgo, leucena.....)		3 itens (sim) 3
Possui culturas energéticas (Milho, sorgo, etc...)		2 Itens (sim) 5
Dispõe de culturas volumosas (palma, capineira,...)		1 item (sim) 7
Não possui nenhuma das alternativas acima para alimentação animal		10

Código 9.8: Práticas de conservação do solo

ALTERNATIVAS	Sim ou não	VALORES PONDERADOS
Terraceamento		9 Itens (sim) =1
Plantio em curva de nível		8 Itens (sim) =2
Plantio consorciado		7 Itens (sim) =3
Rotação de culturas		6 Itens (sim) =4
Cultivo mínimo (Plantio direto e/ou grade leve ou cultivador para preparo do solo ou roçagem)		5 Itens (sim) =5
Coberura morta (Palha, esterco e restos culturais sobre o solo)		4 Itens (sim) =6
Leirões em curvas de nível		3 Itens (sim) =7
Cercas vivas		2 Itens (sim) =8

Plantio em faixas ou sistema agroflorestal		1 Item (sim) =9
Sem nenhuma prática de conservação do solo		Nenhuma técnica = 10

Código 9.9: Quanto ao uso de irrigação

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Regular	1
Ocasional (suplementar)	5
Não utiliza	10

Código 9.10: Quando a Assistência técnica e a assimilação das orientações

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Regular e segue as orientações	1
Ocasional e segue as orientações	3
Regular e nem sempre segue as orientações	5
Ocasional e nem sempre segue as orientações	7
Não tem assistência técnica	10

Código 9.11: Práticas agrícolas de exploração da terra de grande risco de conservação

ALTERNATIVAS	Sim ou não	VALORES PONDERADOS
Plantio anual em solos rasos		9 Itens (sim) =10
Monocultura		8 Itens (sim) =9
Erosão		7 Itens (sim) =8
Queimadas		6 Itens (sim) =7
Plantio anual em áreas com declividade de 15% acima		5 Itens (sim) =6
Plantio de morro a baixo		4 Itens (sim) =5
Desmatamento acima de 80% da área total		3 Itens (sim) =4
Ausência da mata ciliar		2 Itens (sim) =3
Solos degradados (sem produtividade e camada agrícola ausente		1 Item (sim) =2
Nenhuma prática em desacordo com a conservação do solo e com risco de degradação do solo		1

Código 9.12: Forma de exploração da pecuária.

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Intensiva (animais em piquetes confinados com alimentação em 80% no cocho)	1
Semi-extensiva (recolhimento a tarde para alimentação suplementar)	5
Extensiva (animais sem recolhimento ao dormir)	10

b) Variável Maquinário e verticalização da produção (Industrialização Rural)

Quadro 10 - Diagnóstico sócio-econômico - códigos e critérios de estratificação, fator tecnológico, variável maquinário e industrialização rural.

Código 10.1: Possui máquinas agrícolas e implementos (Uso individual ou coletivo através de associações)

ALTERNATIVAS	Sim ou não	VALORES PONDERADOS
Cultivador tração animal ou mecânico tração motor		9 Itens (sim) =1
Carroça (tração animal) ou carroção tração motor		8 Itens (sim) =2
Forageira/ensiladeira Diesel ou elétrica		7 Itens (sim) =3
Moto bomba Diesel, elétrica ou bombeamento manual		6 Itens (sim) =4
Pulverizador costal ou mecanizado		5 Itens (sim) =5
Plantadeira manual, tração animal ou mecanizada		4 Itens (sim) =6
Ordeneira mecânica		3 Itens (sim) =7
Batedeira de cereais, moinho para xerém...		2 Itens (sim) =8
Qualquer outra máquina que facilite o trabalho no campo (citar...)		1 Item (sim) =9
Nenhuma máquina de auxílio no campo		Nenhuma máquina = 10

Código 10.2: Algum tipo de artesanato

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Sim, para venda regularmente.	1
Sim, para consumo próprio.	5
Não	10

Código 10.3: Agrega valores através de processamento de madeiras, frutas, leite, carne, mel, peles, peixes e outros

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Processamento com padrão legal de qualidade (Tecnizado)	1

Processamento rústico/manual	5
Não há processamento/beneficiamento dos produtos gerados na propriedade	10

Códigos	Indicadores	Mínimo	Máximo	Moda
1.1	Idade do chefe de família	1	10	10
1.2	Grau de instrução do chefe de família	1	10	10
1.3	Média de idade do núcleo familiar	1	10	10
1.4	Total de pessoas do núcleo familiar	1	10	1
2.1	Tipo de habitação	1	10	2
2.2	Tipo de fogão	1	10	4
2.3	Água para consumo das pessoas	1	10	1
2.4	Origem da água para consumo humano	1	10	2
2.5	Esgotos	1	10	3
2.6	Eliminação de lixos	1	10	10
3.1	Participação em organização (associação)	1	10	7
4.1	Infestação de pragas	1	10	7
4.2	Combate a pragas	1	10	5
5.1	Produtividade agrícola média	1	10	5
5.2	Florestamento	1	10	10
5.3	Pastagens plantadas	1	10	10
6.1	Animais de trabalho	1	10	5
7.1	Animais de produção	1	10	3
8.1	A quem vende a produção de origem agrícola	1	10	10
8.2	A quem vende a produção de origem pecuária	1	10	5
8.3	A quem vende a produção de origem florestal	1	10	10
8.4	Fonte principal de créditos agrários	1	10	4
5.5	Renda aproximada da propriedade (mensal)	1	10	9
8.6	Outras rendas	1	10	1
8.7	Renda total	1	10	7
9.1	Área da propriedade (em ha)	1	10	6
9.2	Tipo de posse	1	10	1
9.3	Adubação e/ou calagem	1	10	10
9.4	Tipo de ferramentas/implementos que possui para lidar na propriedade.	1	10	10
9.5	Logística na propriedade (tipo de transporte	1	10	4

9.6	Tipo de preparo do solo para plantio, quanto a direção das leiras	1	10	1
9.7	Quanto a reserva de alimentação animal	1	10	7
9.8	Práticas de conservação do solo	1	10	7
9.9	Quanto ao uso de irrigação	1	10	10
9.10	Assistência técnica	1	10	10
9.11	Práticas agrícolas de exploração	1	10	7
9.12	Formas de exploração da pecuária	1	10	5
10.1	Possui maquinaria agrícola e implementos	1	10	6
10.2	Algum tipo de artesanato	1	10	10
10.3	Agregação de valores por meio do processamento de matéria prima	1	10	10

Códigos	Indicadores	Mínimo	Máximo	Moda
12.1	Lixeiras (lixo urbano, rural) – Monturo	1	3	3
12.2	Exploração de madeira (lenha, carvão, estaca, vara etc.)	1	3	3
12.3	Pocilgas/chiqueiro	1	3	3
12.4	Aviários/estábulos (cocheira/curral)	1	3	3
12.5	Matadouros (Abate de animais para venda)	1	3	1
12.6	Erosões marcantes (no terreno ou na rua/estrada)	1	3	3
12.7	Esgotos a céu aberto	1	3	3
12.8	Queimadas	1	3	3
12.9	Exploração de espécies nativas	1	3	3
12.10	Exploração de areias/massame	1	3	1
12.11	Exploração de minério	1	3	1
12.12	Poluição Química	1	3	1
12.13	Estocagem de defensivos	1	3	1
12.14	Aplicação de agrotóxicos	1	3	3
12.15	Minério radioativo	1	3	1
12.16	Soro do leite	1	3	1

Diagnóstico	Valores significativos			Equação da reta	Deterioração (%)
	Mínimo	Máximo	Moda		
Demográfico	4	40	31	$Y = 2,78x - 11,11$	75,00
Habitacional	6	60	22	$Y = 1,85x - 11,11$	29,63
Organizacional	1	10	7	$Y = 11,11x - 11,11$	66,67
Salubridade	2	20	12	$Y = 5,56x - 11,11$	55,56
Total social	13	130	72	$Y = 0,85x - 11,11$	50,43
Produção	3	30	25	$Y = 3,70x - 11,11$	81,48
Animais de trabalho	1	10	5	$Y = 11,11x - 11,11$	44,44
Animais de produção	1	10	3	$Y = 11,11x - 11,11$	22,22
Comercialização	7	70	46	$Y = 1,59x - 11,11$	61,90
Total econômico	12	120	79	$Y = 0,93x - 11,11$	62,04
Tecnologia	11	120	78	$Y = 0,92x - 10,09$	61,47
Industrialização rural	3	30	26	$Y = 3,70x - 11,11$	85,19
Total tecnológico	14	150	104	$Y = 0,74 - 10,29$	66,18
Socioeconômico	39	400	255	$Y = 0,28 - 10,80$	59,83
Ambiental	16	48	34	$Y = 3,13x - 50,00$	56,25