



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DO SOLO E ÁGUA

ALESSANDRO ANTÔNIO LOPES NUNES

**QUALIDADE DO SOLO EM UNIDADES DE MANEJO AGROFLORESTAL E
MATA NATIVA EM NEOSSOLO FLÚVICO NO MUNICÍPIO DE IRAUÇUBA-CE**

MOSSORÓ – RN

2014

ALESSANDRO ANTÔNIO LOPES NUNES

**QUALIDADE DO SOLO EM UNIDADES DE MANEJO AGROFLORESTAL E
MATA NATIVA EM NEOSSOLO FLÚVICO NO MUNICÍPIO DE IRAUÇUBA-CE**

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

Orientador (a): Prof^a. D.Sc. Jeane Cruz Portela

Co-orientador: Prof. D.Sc. Nildo da Silva Dias

MOSSORÓ – RN

2014

O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade de seus autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

N972q Nunes, Alessandro Antônio Lopes

Qualidade do solo em unidades de manejo agroflorestal e mata nativa em
neossolo flúvico no município de Irauçuba-CE/ Alessandro Antônio Lopes
Nunes -- Mossoró, 2014.
54f.: il.

Orientadora: Prof^a. Dra. Jeane Cruz Portela

Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) –
Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de
Pesquisa e Pós-Graduação.

1.Solo. 2. Agroecologia. 3. Manejo agroflorestal –
Irauçuba/CE. 4. Semi-Árido. 5. Caatinga. . I. Título.

RN/UFERSA/BCOT/862-14

CDD: 631.4

ALESSANDRO ANTÔNIO LOPES NUNES

**QUALIDADE DO SOLO EM UNIDADES DE MANEJO AGROFLORESTAL E
MATA NATIVA EM NEOSSOLO FLÚVICO NO MUNICÍPIO DE IRAUÇUBA-CE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Manejo do Solo e Água.

DATA DA DEFESA: 15/08/2014

BANCA EXAMINADORA



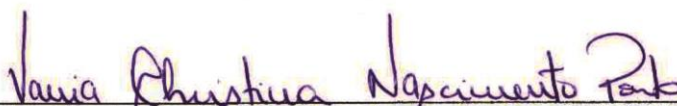
Prof.^a. D.Sc. Jeane Cruz Portela – UFERSA

Orientadora



Prof. D.Sc. Nildo da Silva Dias – UFERSA

Primeiro Membro



Prof.^a. D.Sc. Vania Christina Nascimento Porto – UFERSA

Segundo Membro



Prof. D.Sc. Renato Dantas Alencar – IFRN

Terceiro Membro

Memórias não podem ser esquecidas.

O passado, uma vez vivido, entra em nosso sangue, molda o nosso corpo, escolhe as nossas palavras. É inútil renegá-lo. As cicatrizes e os sorrisos permanecem. Os olhos dos que sofreram e amaram serão, para sempre, diferentes de todos os outros. Resta-nos fazer as pazes com aquilo que já fomos, reconhecendo que, de um jeito ou de outro, aquilo que já fomos ^Acontinua vivo em nós, seja sob a forma ^Ode demônios que queremos exorcizar e esquecer sem sucesso, seja sob a forma de memórias que preservamos ^mcom saudade e nos fazem sorrir com ^eesperança.

^u
Rubem Alves

pai Antônio Lopes do Rêgo minha
mãe Maria Selma Nunes Lopes.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À **Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA**, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água e aos profissionais técnicos do LASAP que não mediram esforços para a conclusão desse trabalho.

Aos/as Agricultores/as experimentadores/as em agroecologia de comunidades do Estado do Ceará e Rio Grande do Norte, que foram entremeando meu caminho dando sentido a esse e outros tantos trabalhos de extensão e pesquisa acadêmica inclusive, feitos por outros colegas de curso e de movimentos sociais. Quantos desafios foram sendo superados para afirmarmos o quanto é importante e necessária a agroecologia para vida das pessoas e da terra.

À Comunidade Bueno e em especial aos agricultores **Antonio Braga, Luiz, Ivan**, pela determinação, resistência, persistência e partilha de saberes e conhecimentos que foram se acumulando nos últimos sete anos com a implantação do sistema agroflorestal.

A **Cáritas Brasileira Regional Ceará**, por me apoiar e disponibilizar parte da minha carga horária institucional pra eu dedicar aos estudos e a pesquisa acadêmica.

Ao professor e amigo **Nildo da Silva Dias** pelo humanismo, carisma acadêmico e por incentivar e apostar na ideia dos seus alunos, meu muito obrigado.

Ao companheiro **Jonas Silva Miranda** pela paciência, apoio e convívio familiar ao qual foi fundamental para a conclusão dessa pesquisa.

Amizade, companheiro, respeito, solidariedade, cumplicidade carinho são sentimentos que foram sendo tecidos desde o início da década de 90 quando nos encontramos pra cursarmos agronomia na ESAM. **Jucirema Ferreira da Silva e Vânia Christina Nascimento Porto**, eu tenho muito de vocês duas comigo, agradeço o cuidado que tens por mim, muito obrigado irmãs queridas.

A professora **Jeane Cruz Portela** pelas dicas e sugestões relevantes pra o aprimoramento da pesquisa. Seu entusiasmo e compromisso acadêmico de estar a serviço iluminam as trilhas de uma Universidade pé no chão com a realidade.

Ao professor **Renato Dantas Alencar** pela contribuição na pesquisa.

Ao grupo de pesquisa que não mediu esforços para a realização desse trabalho em especial: **Maria Laiane do Nascimento, Cezar Augusto Medeiros Rebouças, Marcírio de Lemos, Raniere Barbosa de Lira, Ana Cláudia Medeiros Souza e Antônio Carlos da Silva**. Meu muito obrigado.

RESUMO

Os sistemas agroflorestais constituem de técnicas apropriadas às particularidades locais, levando em consideração a convivência com o semiárido, a produção de alimentos agroecológicos, a preservação e manutenção dos recursos naturais. Neste contexto, a pesquisa teve como objetivo avaliar os atributos químicos e físicos do solo em unidades de manejo agroflorestal (SAFs), tendo como referencia comparativa a mata nativa. O estudo foi realizado na Comunidade Bueno, município de Irauçuba, CE. Constituiu-se dos seguintes tratamentos 1) Unidade de Manejo Agroflorestal SAF 1, localizado na porção mais elevada da paisagem (interflúvio); 2) Unidade de Manejo Agroflorestal SAF 2, na porção de baixada (colúvil) e 3) Mata Nativa como referência. Para realização das análises laboratoriais foram coletadas amostras com estrutura deformada, sendo cinco amostras compostas, oriundas de 15 subamostras em cada área de estudo, nas camadas de 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m. As amostras foram encaminhadas ao complexo de laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido para o beneficiamento em terra fina seca ao ar (TFSA) e posterior análises dos atributos físicos e químicos. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo os tratamentos (SAF 1, SAF 2 e Mata Nativa) e as parcelas consideradas as repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos foram submetidas ao teste tukey, em nível de 5% de probabilidade. Verificou-se diferenças significativas para os atributos analisados, exceto para a CEEs, indicando baixa concentração de sais solúveis, sem riscos potenciais de salinidade (0,25 a 0,34 dS m⁻¹). O sódio trocável variou de (9,51 a 29,88 mg dm⁻³), sendo os valores normais da PST (0,66 a 1,35 %), no SAF 2 diferiu das demais unidades em estudo. Vale ressaltar, que embora os valores de sódio trocáveis sejam considerados altos, estes não se caracterizam com restrições em função da PST normal. Os atributos do solo avaliados permitem inferir que as Unidades de Manejo Agroflorestal SAF 1 e SAF 2, contribuíram para manutenção da qualidade do solo em condições superiores a Mata Nativa, quanto aos atributos químicos favoráveis a fertilidade do solo, aos teores de cálcio, magnésio e potássio, com restrições, quanto aos teores de sódio trocável SAF 1 e SAF 2 e em menor proporção a Mata Nativa. As Unidades de Manejo Agroflorestal SAF 1 e SAF 2 proporcionaram maiores aportes de matéria orgânica do solo em relação a Mata

Palavras-chaves: Irauçuba-CE, semiarido, caatinga, agroecologia.

ABSTRACT

The agroforestry systems constitute of techniques appropriated to local particularities, taking into account the coexistence with the semiarid. The objective of the research was evaluate the soil properties in agroforestry management units (SAFs), and native forest, in Bueno community, in the city of Irauçuba, CE. The treatments were: 1) Agroforestry management unit SAF 1, in the elevated portion of the landscape (interfluvium); 2) Agroforestry management unit SAF 2, portion of slope (colluvium) and ; 3) native forest. Soil samples were collected, 5 samples being composed, derived of 15 sub-samples in areas of study, in the layers 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m. The completely randomized design, with 5 repetitions, the treatments (SAF 1, SAF 2 and native forest) and the portions the repetitions. Was applied to analysis of variance, the averages submitted to tukey test, in level of 5%. There were significant differences for the attributes analyzed, except to CEs, indicating low concentration of soluble salts, without risks of salinity ($0,25$ a $0,34 \text{ dS m}^{-1}$). The exchangeable sodium ($9,51$ a $29,88 \text{ mg dm}^{-3}$), with normal values of PST ($0,66$ a $1,35 \%$), in the SAF 2 differed from the others. The values of exchangeable sodium considered high, are not characterized with restriction according to the normal EST. The units of SAF 1 and SAF 2 contributed to the maintenance of soil quality in top condition to MN. Featuring high levels of calcium, magnesium and potassium, with restrictions to the exchangeable sodium SAF 1 and SAF 2, in a lesser extent to the Native Forest.

Key words: Irauçuba-CE, semiarid, caatinga, agroecology

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição do tamanho das partículas, sua classificação textural e densidade das partículas em Unidades de Manejo Agroflorestal SAF 1 e SAF 2 e Mata Nativa nas camadas 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m.....	34
Tabela 2 - Quadrados médios para os atributos químicos do solo em Unidades de Manejo Agroflorestal SAF 1 e SAF 2 e Mata Nativa.....	36
Tabela 3 - Médias dos atributos químicos do solo em Unidades de Manejo Agroflorestal SAF 1 e SAF 2 e Mata Nativa.	38
Tabela 4 - Médias dos atributos químicos do solo nas camadas 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m.....	40
Tabela 5 - Interações dos atributos químicos em Unidades de Manejo Agroflorestal SAF 1 e SAF 2 e Mata Nativa nas camadas 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização das Unidades de Manejo Agroflorestais (SAF 1 e SAF 2) e a Mata Nativa (MN), Irauçuba, CE.28

Figura 2 - Vista Geral da Unidade de Manejo Agroflorestal - SAF1 antes da implantação (A); SAF1 com 7 anos de implantação (B); SAF2 antes da implantação (C); SAF2 com 7 anos de implantação (D), Mata Nativa - MN (E); Entrada dos SAFS (F), em Irauçuba, CE.....31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 CARACTERIZAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	14
2.2 COMPOSIÇÕES DO SOLO.....	15
2.3 CARACTERIZAÇÕES DO MUNICÍPIO DE IRAUÇUBA, CE	16
2.3.1 Relevo e clima	16
2.3.2 Solo e vegetação	17
2.3 OS SISTEMAS AGROFLORESTAIS E O SEMIÁRIDO BRASILEIRO	18
2.4 INFLUENCIA DOS SISTEMAS SAFS SOB OS ATRIBUTOS FÍSICOS.....	20
2.4.1 Influencia dos sistemas SAFS sob os atributos químicos do solo.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS EM ESTUDO.....	27
3.2 HISTÓRICOS DAS UNIDADES DE MANEJO AGROFLORESTAL (SAF 1 E SAF 2 ..	27
3.3.1 Descrição das unidades de manejo agroflorestal e mata nativa para o estudo	29
3.4 AMOSTRAGEM E ANÁLISES DOS ATRIBUTOS DO SOLO.....	31
3.5. DELINEAMENTOS EXPERIMENTAL	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM UNIDADES DE MANEJO AGROFLORESTAL E MATA NATIVA	33
4.2 ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM UNIDADES DE MANEJO AGROFLORESTAL E MATA NATIVA	34
5 CONCLUSÃO.....	45
6 REFERÊNCIAS	46

INTRODUÇÃO

Os sistemas agroecológicos baseados na preservação ambiental, na produção de alimentos saudáveis e na geração de benefícios sociais, econômicos e ambientais, vêm se tornando uma alternativa para muitos segmentos agrícolas, principalmente aqueles de caráter familiar. Esses sistemas visam desenvolver produções sustentáveis, fazendo-se o uso de tecnologias que requeiram baixa utilização de insumos, promovendo a fertilidade do solo por meio de sua dinamização biológica e da diversificação dos agroecossistemas. Incluem-se estratégias como rotação de cultura, consórcios, integração lavoura pecuária que visam o aporte de resíduos e cobertura vegetal do solo (Altieri, 1999).

A agroecologia proporciona ambientes satisfatórios ao desenvolvimento das culturas, melhorando os rendimentos e a produção de alimentos resultantes de processos físicos, químicos e biológicos e controle natural das pragas e doenças, por meio do desenho de agroecossistemas diversificados e do uso de tecnologias de baixos insumos externos (Gliessman, 2009).

As tendências de intensificação na produção agrícola para atender a demanda mundial de alimentos, a pressão sobre os recursos naturais não renováveis e a necessidade de produzir com sustentabilidade enfatiza a importância do entendimento dos fatores de produção agropecuária e, especialmente do estudo da qualidade do solo (Gonzaga et al., 2013).

Nesta região, a intervenção humana no ambiente agrícola tem ocorrido no sentido de utilizar os recursos naturais para a obtenção de alimentos e, com a expansão populacional, na busca do aumento da produtividade e produção. O preparo intensivo dos solos para os cultivos agrícolas, os desmatamentos, as queimadas e superpastejo têm contribuído com impactos ambientais, como diminuição da flora e da fauna, redução da disponibilidade hídrica e da qualidade dos solos agricultáveis. A ação antrópica de forma desordenada sem observar a aptidão agrícola das terras e ausência de práticas conservacionistas alteram os atributos físicos, químicas e biológicas, acelerando os processos de desertificação.

Este modelo de produção agrícola predominante no semiárido brasileiro não favorece a conservação e a proteção do patrimônio genético e social dos seus agroecossistema. Esse fato colabora para desvelar cenários preocupantes de degradação de forma de vida no planeta. Diante dos problemas abordados, o semiárido necessita de uma cultura de convivência, que considere o fenômeno da seca, os recursos naturais disponíveis e os povos que habitam nesse espaço geopolítico plural e diverso. Deste modo, o desenvolvimento de tecnologias e pesquisas adaptadas às condições geoambientais do semiárido são necessários para se atingir

uma agricultura, com base no uso racional da água e no aproveitamento de fontes alternativas dos recursos naturais.

A agricultura sustentável no semiárido pode ser alcançada por meios de um delineamento de sistemas de produção agropecuários que utilizem tecnologias e manejo que conservem e, ou, melhorem a base física e a capacidade sustentadora do agroecossistema (Franco, 2000). Os sistemas agroflorestais são reconhecidamente, pelos agricultores e organizações não governamentais, como uma tecnologia de convivências com o semiárido, podendo, inclusive, recuperar áreas degradadas, produzir alimento para garantir a segurança alimentar e nutricional do meio rural e, ainda a soberania de seus recursos genéticos à partir de redesenhos de suas glebas utilizando consórcios que manifestam a eficácia dos sistemas naturais. Esses redesenhos são partes integrantes de um sistema maior, tendo como foco à unidade familiar, com a independência de insumos externos e diversidade de cultivos agrícolas, garantindo soberania a segurança alimentar. Sendo, portanto, uma tecnologia validada pelos agricultores como um método de produção sustentável com a convivência e com as particularidades locais do semiárido.

Desse modo, torna-se essencial descrever, avaliar os impactos e validar cientificamente as melhorias ambientais e sociais desta experiência exitosa de convivência com o semiárido e, assim construir de forma participativa uma alternativa de produção agrícola sustentável para agricultores familiares.

Neste contexto, a pesquisa teve como objetivo avaliar os atributos químicos e físicos do solo em unidades de manejo agroflorestral (SAFs), tendo como referência a mata nativa, na Comunidade de Bueno, município de Irauçuba, CE.

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O Brasil como um país destacado no cenário científico da agricultura, assegurando-se tecnologia própria, cujo reflexo no campo é a exteriorização de suas potencialidades agrícolas. O problema corrente mais se relaciona às continuadas tentativas de se equiparar as regiões do País para um mesmo padrão de agricultura. Deste tipo de tentativa, testemunha-se o equívoco e o fracasso da agricultura convencional e extensiva almejada, por exemplo, para toda a região do semiárido brasileiro, onde a produção vegetal é principalmente limitada pela escassez de água.

O semiárido brasileiro ocupa uma área de aproximadamente 980.133.079 km², situa-se entre as latitudes 1° e 18° 30' S e as longitudes 34° 30' e 40° 20' W, compondo em média 63 % da região Nordeste do Brasil. Tem sua singularidade expressa em características ambientais e sociais que o torna específico as suas peculiaridades locais. Suas particularidades estão na biodiversidade ecológica, na distribuição irregular da precipitação pluvial no tempo e no espaço, representando 46 % da população do Nordeste brasileiro e compreende 1.135 municípios (INSA, 2010).

Diante dos problemas sociais e diversidade climática, o semiárido necessita de uma cultura de convivência, que considere o fenômeno da seca, os recursos naturais disponíveis e os povos que habitam nesse espaço geopolítico plural e diverso. Deste modo, o desenvolvimento de tecnologias e pesquisas adaptadas às condições geoambientais do semiárido são necessárias para se atingir uma agricultura com base no uso racional da água e no aproveitamento de fontes alternativas dos recursos naturais, comprovando que as condições físicas e climáticas que predominam nesta região podem dificultar a vida, exigir maior empenho e maior racionalidade na gestão dos recursos, mas não podem ser responsabilizadas pelo quadro de pobreza amplamente manipulado e sofredamente tolerado.

O modelo de desenvolvimento agrícola atual tem gerado mudanças nos ecossistemas, frutos da utilização inadequada dos recursos naturais e da disposição de resíduos in natura no meio ambiente, causando graves problemas ambientais e sociais. A adoção de práticas de manejo e conservação do solo e da água é de extrema necessidade para as diretrizes globais voltadas para o desenvolvimento rural sustentável; além disso, deve-se considerar que, a diversificação da produção é uma realidade principalmente dos pequenos produtores (Araújo Filho & Marinho, 2003).

A principal proposta de (Duque, 2001) para o desenvolvimento do semiárido, é aproveitando as condições naturais, e o incentivo às lavouras xerófilas. Essas plantas são superiores para o reflorestamento da caatinga e também como atividade econômica geradora de renda nas atividades extrativistas, agrícolas e consorciadas com a pastagem, ocupando as terras não irrigáveis.

Os quintais agroflorestais representa uma unidade agrícola de uso tradicional do solo, considerado como uma das formas mais antigas de uso da terra, promovendo a sustentabilidade para milhões de pessoas no mundo (Nair, 1986). Sua principal finalidade é a produção de alimento para complementação da dieta familiar e as praticas de manejo são consideradas ecologicamente sustentáveis.

A produção apropriada no semiárido requer cuidado dos recursos do solo, água e da planta quanto às particularidades locais. Por que solo é permanente e a cultura é temporária. A terra é um organismo vivo que reage negativamente, reduzindo sua produtividade, quando retirada de seu estado natural (Duque, 2004).

O semiárido brasileiro é um espaço vivo de experimentações que têm gerado diversas alternativas de convivência sustentável no âmbito da agricultura familiar. Nesse sentido, tem sido relevante a construção, apropriação e irradiação de diferentes tecnologias sociais no campo, as quais são resultado das vivências e experiências de agricultores/as e de suas organizações e movimentos, apoiados por ONG's e órgãos governamentais.

2.2 COMPOSIÇÃO DO SOLO

O solo é um corpo tridimensional, natural e dinâmico, formado na superfície da crosta terrestre por meio da ação dos fatores ambientais clima e organismos sobre o material de origem em função do relevo, agindo ao longo do tempo, apresentando variação espacial, conforme a possibilidade de combinações desses fatores (Kämpf & Curi, 2012). O solo constitui material derivado da rocha inorgânica, substâncias orgânicas oriundas de organismos vivos, ar e água que ocupam os espaços porosos entre as partículas do solo (Gliessman, 2009). Sendo de fundamentalmente importância para as comunidades vegetais e animais, além de que a sua eficiência funcional constitui um dos suportes da vida humana sobre a terra, da segurança das nações e da estabilidade das sociedades (Freire, 2006).

Por ser um sistema complexo, vivo, dinâmico e em constante transformação do agroecossistema. Está sujeito a alterações antrópica em função das práticas adotadas, pode ser

mantido e ou melhorado, como também degradado.

O solo ideal é aquele que permite um bom desenvolvimento da raiz, tenha disponibilidade em nutrientes, conserve a maior quantidade de água disponível para a planta, seja suficientemente arejado e não contenha substâncias tóxicas (Primavesi, 2002).

Numa perspectiva agrícola, um solo ideal, é composto de 45% de minerais, 5% de matéria orgânica e 50% de espaço poroso, sendo 25% preenchido por água e 25% por ar. Vale ressaltar que essa condição é a ideal e é difícil de encontrar em função da variabilidade espacial e temporal de um solo típico, uma vez que cada local ou lugar tem propriedades únicas que, em última instância determinam o resultado final do processo de formação do solo (Gliessman, 2009).

2.3 CARACTERIZAÇÕES DO MUNICÍPIO DE IRAUÇUBA, CE

2.3.1 Relevô e clima

O município de Irauçuba no estado do Ceará compõe uma área de aproximadamente 1.451 Km² (IPLANCE, 1989), constituídos por rochas do pré-cambriano, pertencentes ao complexo nordestino, com predominância do migmatito e núcleos de granitoides, podendo ser localizados tanto rebaixados, pediplanados, como realçadas em pequenos maciços residuais.

A maior expressão territorial é caracterizada pela depressão sertaneja com 1.165 Km², sua continuidade somente passa a ser interrompida com os níveis elevados dos maciços residuais, estes são constituídos de serras resultantes de processos erosivos. Com formas alongadas e estreitas, com relevos dissecados em colinas e vertentes desnudas. As planícies pluviais ocupa uma área de 16 Km², constituídas de sedimentos areno-argilosos do período holocênico (quaternário), formados por depósitos aluviais de topografia baixa e plana.

O clima é caracterizado como semiárido, apresentando duas estações definidas, uma chuvosa (janeiro a maio) e outra de estiagem (junho a dezembro). A temperatura média local é de 28°C e com umidade relativa do ar média de 50% no período de estiagem e 80% nos meses mais chuvosos. Segundo classificação de Köppen o clima é do tipo BSw'h' (clima quente e semiárido tipo estepe), com estação chuvosa atrasando-se para o outono.

No ano de 2010 foi registrado 130 mm anuais de chuva, o menor até o ano de 2010. Registrou também, um dos maiores índices de probabilidade de secas na faixa de 80 a 100%. Aproximadamente 90% da área do município é constituída por solos rasos caracterizada por

rochas cristalinas, com baixo potencial hidrogeológico, águas subterrâneas com alta salinidade e elevada taxa de evaporação, acima de 2.500 mm ano⁻¹. As características naturais, aliadas a uma agricultura e pecuária de grande pressão sobre os recursos naturais, fez do município, o 4º no país, em estágio mais avançado de desertificação.

2.3.2 Solo e vegetação

Os solos da região foram descritos conforme a classificação de CEARÁ (1983), de acordo com as normas adotadas pelo Centro Nacional de Pesquisas de Solos – CNPS da EMBRAPA. Aproximadamente 90% da área do município é constituída por solos rasos caracterizada por rochas cristalinas, com baixo potencial hidrogeológico, águas subterrâneas com alta salinidade e elevada taxa de evaporação, acima de 2.500 mm ano. As planícies fluviais encontram-se associadas à classificação de solos Aluviais Eutróficos. Com predominância de solos rasos, limitações físicas, taxas elevadas de evaporação e, aliado as práticas de manejo de solo e dos cultivos agrícolas de forma inadequada.

Os solos encontrados na Depressão Sertaneja estão relacionados a diversas unidades de mapeamento, com predominância das seguintes classificações: Neossolos Eutróficos, Luvisolos, Planossolos Sódico e Argissolos.

Os Neossolos são constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido a baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, sejam em relação as características inerentes ao próprio material de origem, como maior resistência ao intemperismo ou composição química, ou dos demais fatores de formação (relevo, clima ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos. Grupamento de solos pouco evoluídos, sem horizonte B com diagnóstico definido.

O critério para sua classificação é a insuficiência de expressão dos atributos diagnósticos que caracterizam os diversos processos de formação, com individualização de horizonte diagnóstico superficial seguido de C ou R. Predomínio de características herdadas do material originário (Santos, 2005). Pela natureza desses solos, a região de Irauçuba CE, se constitui como um grande núcleo de desertificação, onde a ação antrópica evidenciados pelo desmatamento, a retirada da cobertura vegetal, potencializando os processos de degradação, gerando assim, os núcleos de desertificação (Silva, et al., 2008).

A vegetação predominante é a caatinga hiperxerófila, formadas por cactáceas, bromeliáceas e leguminosas, estando às arbóreas e arbustivas da Caatinga caracterizadas pela alta resistência à estiagem, com aspectos tortuosos, espinhenta, de folhas pequenas e caducifólia, constituídas, por arbustos e árvores de médio e pequeno porte, sobre extrato herbáceo, às carnaubeiras localizam-se nas áreas mais baixas e úmidas associados aos Planossolos Solódicos.

Apesar da beleza paisagística e das potencialidades, o município apresenta baixos índices de indicadores sociais, econômicos e ambientais. Segundo levantamento feito por (Veríssimo, 2001) existem no município 220 poços e 21 fontes, com 114 análises físico químicas, desses 34% (76) estão abandonados e ou desativados e 66% em uso e ou não instalados. Quanto a finalidade, 99% são utilizados para uso múltiplos (abastecimento humano, limpeza, lazer e animais), distribuídos em dois tipos: públicos (109) e privado (56). Também foram instalados no município 1.177 cisternas de placas com capacidade de armazenar 16.000 litros de águas cada, de qualidade para atender as necessidades para consumo humano. As cisternas de placas são uma das tecnologias desenvolvidas e popularizadas pela Articulação do Semiárido (ASA).

2.3 OS SISTEMAS AGROFLORESTAIS E O SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Duque (2004) ressalta a condição de semiaridez no Nordeste têm causas externas, padrão climático, internos agentes ativos, os agentes passivos tais como o solo, os recursos hídricos e vegetação. Como também o manejo. As práticas não apropriadas a essa realidade, com excessiva exploração dos recursos naturais e a ausência dos estudos de ecologia das regiões naturais, levaram os lavradores a insistir nos cultivos dos cereais em ambientes impróprios. Ao contrário, o mesmo destaca que a convivência com o semiárido caracteriza-se como perspectiva cultural orientadora de processos emancipatórios, de expansão das capacidades criativas e criadoras da população sertaneja. Nesse sentido, pode-se definir a convivência com o semiárido como sendo uma perspectiva cultural, orientadora da promoção do desenvolvimento sustentável, cuja finalidade é a melhoria das condições de vida e a promoção da cidadania, por meio de iniciativas socioeconômicas e tecnológicas apropriadas, compatíveis com a preservação e renovação dos recursos naturais.

Diversas tecnologias sociais foram desenvolvidas com a perspectiva de valorização do semiárido e com a mudança no enfoque para seu desenvolvimento, entre elas os Sistemas

Agroflorestais – SAF's. Tendo como princípios a otimização do uso da terra, conciliando a produção florestal com a produção de alimentos, conservando o solo e diminuindo a pressão pelo uso da terra para produção agrícola (Engel, 1999). Essa afirmação reforça a necessidade de semear pelos sertões a importância da transição agroecológica, como uma ciência viável para agricultura familiar, principalmente pelo tamanho das unidades familiares e pela diversidade de atividades desenvolvidas nestas unidades. Os sistemas agroflorestais contribuem para a solução de problemas no uso dos recursos naturais, por causa das funções biológicas, e socioeconômicas (Engel, 1999). Corrobora que os sistemas de produção agroflorestais por causa da demanda mínima de insumos externos, pelo baixo impacto no funcionamento dos ecossistemas naturais que são naturalmente sustentáveis, de adequada resiliência (Araújo Filho 2002).

Duque (2004) reforça as soluções alternativas e modestas, tendo na observação e experimentação o sentido de viver e existir a partir da busca por soluções dos seus problemas. Afirmar que essas práticas foram esquecidas ou desprezadas pela ciência, preocupada com artificialização do meio, julgou-se superior na compreensão dos espaços dos conhecimentos tradicionais.

A agroecologia fornece as bases científicas metodológica e técnicas para uma revolução agrária não só no Brasil, mas no mundo inteiro. Os sistemas de produção fundados em princípios agroecológicos são biodiversos, resilientes, eficientes do ponto de vista energético, socialmente justos e constituem para os pilares de uma estratégia energética e produtiva fortemente vinculada à noção de soberania alimentar (Altieri, 2012).

A diversidade produtiva aplicada na formação dos SAF's pode se converter em tecnologias acessíveis eficientes e de baixo custo para os agricultores familiares, bastando para tanto que a pesquisa entenda e considere toda a biodiversidade dos ecossistemas naturais e enfoque adequadamente seus usos (Kageyama, 1998).

Preceitos científicos interdisciplinares mencionados por (Leff, 2002; Altieri; Nicholls 2003) demonstram desta forma, que o saber empírico e as experiências de sucesso dos agricultores e agricultoras são tão relevantes quanto a ciência na construção de referências para a replicação dos modelos de SAF's. Os ecossistemas naturais oferecem um ponto de referência importante para entender os fundamentos ecológicos da sustentabilidade. Os agroecossistemas tradicionais são exemplo de práticas agrícolas sustentáveis e de como sistemas sócio-culturais, políticos e econômicos resolvem a equação da sustentabilidade. Com base no conhecimento ganho a partir desses sistemas, a pesquisa ecológica pode conceber princípios, práticas e desenhos aplicáveis na conversão de agroecossistemas convencionais

insustentáveis em sustentáveis (Gliessman, 2009).

Os SAF's favorecem a promoção de indicadores de sustentabilidade importantes: adaptação às condições tropicais, proteção de solo, estímulo ao plantio de espécies florestais, consórcios de culturas anuais, frutíferas, nativas e medicinais, ciclagem de nutrientes, preservação dos recursos hídricos, capacidade de resiliência com o ambiente, oferta de produtos naturais, ambiente favorável com conforto térmico, colheitas variadas. As agroflorestas possibilitam renda adicional aos agricultores, aproveitando melhor a mão de obra familiar e reduzindo os riscos de entressafras em anos ruins (Armando, 2002).

2.4 INFLUENCIA DOS SISTEMAS SAFS SOB OS ATRIBUTOS FÍSICOS

A estrutura do solo é um dos indicadores importantes para o desenvolvimento das plantas, uma vez que influencia diretamente nas condições de adensamento, compactação, encrostamento, infiltração e suscetibilidade do solo a erosão (Campos et al., 1995).

A estrutura do solo refere-se ao arranjo de suas partículas, do ponto de vista físico, é o arranjo e disposição das partículas que compõe a massa da terra, formando um sistema poroso, facilmente modificado pelos sistemas de usos adotados (Ferreira, 2010).

A porosidade do solo depende da circulação de ar, da água e da própria fauna edáfica.

Um solo compactado reduz o espaço poroso, mas igualmente inadequado para os microrganismos opondo-se as suas migrações necessárias (Primavesi, 2002).

Solos arenosos por possuírem partículas maiores, apresentam espaço poroso constituídos de poros de maior diâmetro, por outro lado, o volume total de poros é menor nesses solos, quando comparados ao de textura argilosa, onde a formação de microagregados pelas partículas de argila aumenta a microporosidade (Klein, 2006).

(Goedert; Armando, 2004) estudando o efeito dos atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal verificou que o solo sob sistema agroflorestal apresentou menor densidade aparente, maior porosidade, menor resistência à penetração e maior estabilidade de agregados, quando comparado ao mesmo solo sob sistema de plantio convencional.

(Albuquerque et al., 2005) afirmam que o solo sob vegetação nativa encontra-se normalmente em melhor estado de agregação, por apresentar diversidade de plantas, cobertura do solo e melhor distribuição das raízes que contribuem para manutenção do aporte de matéria orgânica e atividade biológica. Em muitos solos a matéria orgânica é o principal agente responsável pela formação e estabilidade dos agregados, pois fornece substrato energético tornando possível a atividade de fungos, bactérias e animais do solo e à medida

que os resíduos orgânicos são decompostos formam-se gel e outros produtos viscosos que, juntamente com bactérias e fungos associados estimulam a formação de agregados (Brady & Weil, 2002).

O aporte de biomassa associado às boas condições de agregação e drenagem favorecem incrementos de matéria orgânica no solo. Muitos sistemas agroflorestais, especialmente na agricultura tropical, tem um grande número de espécies vegetais, para coleta cujo papel é a produção de biomassa e o aporte de resíduos orgânicos (Gliessman, 2009).

Nos solos de regiões tropicais de clima úmido e subúmido, a matéria orgânica contribui para aumentar a CTC, reduzir a acidez por meio da complexação do Al trocável, e inibir sítios de sorção de fosfato (Goedert & Oliveira, 2007).

A textura do solo constitui uma das características físicas mais estáveis e representa a distribuição das partículas sólidas minerais (menores que 2 mm em diâmetro) ao tamanho. A estabilidade faz com que a textura seja considerada uma característica importante na descrição morfológica, como também, apresenta uma ligação com outros atributos do solo (Ferreira, 2010).

A textura do solo exerce influência na dinâmica da matéria orgânica, pois solos de textura arenosa, a macroagregação pode ser o principal fator de estabilização da MOS, enquanto em solos argilosos intemperizados, ocorre formação de microagregados altamente estáveis, onde parte da MOS pode ser protegida fisicamente em locais inacessíveis aos microorganismos (Dick et al., 2009).

A densidade do solo (D_s) é uma propriedade variável em função da mineralogia, estrutura, textura, matéria orgânica, profundidade do solo e o seu uso agrícola. Segundo (Libardi, 2012), a densidade dos solos minerais varia de 700 a 2000 kg m⁻³, sendo que, para solos arenosos, esta em torno de 1300-1800 kg m⁻³ e para solos orgânicos esse valor compreende a faixa de 200-600 kg m⁻³. Apesar de possuir menor densidade do solo em função da maior área superficial específica, os solos argilosos podem ser facilmente modificados em virtude do rearranjo estrutural das partículas causado pelo manejo inadequado do solo, podendo chegar a valores superiores aos encontrados em solos arenosos.

A densidade dos sólidos ou densidade de partículas (D_p) é uma característica que não esta relacionada com o tamanho ou arranjo das partículas do solo (estrutura do solo), e sim com a parte sólida, (inorgânico e orgânico), ou seja, a matriz do solo. Sendo considerado o valor médio para solos minerais 2650 kg m⁻³, enquanto, a faixa de variação da densidade dos sólidos para material orgânico é de 900 a 1300 kg m⁻³ (Kiehl, 1979).

2.4.1 Influencia dos sistemas SAFS sob os atributos químicos do solo

2.4.1.1 Nitrogênio (N)

Em escala global, o Nitrogênio é importante por ser um elemento chave para a produtividade dos Agrossistemas. A disponibilização do N orgânico no solo passa pelo processo de mineralização, definido como a transformação do N da forma orgânica para inorgânica NNH_4^+ ou NH_3). O processo é realizado por indivíduos heterotróficos do solo que utilizam os compostos orgânicos como fonte de energia (Cantarella, 2007).

O elemento mais exigido em quantidades pelas plantas é o nitrogênio, esse participa da formação de aminoácidos, proteínas e na composição da molécula de clorofila. Sua deficiência causa clorose nas folhas e a redução do crescimento vegetativo, diminuindo assim, a biomassa da planta (Raij, 1991).

A temperatura é um dos fatores mais importantes na absorção de Nitrogênio, ao lado da água e do oxigênio. Quanto maior a temperatura, tanto mais rápida a sua absorção, até que a água se torne fator limitante. Faz-se necessário a proteção do solo para temperaturas muito elevada, diminuindo assim, a perda excessiva de água nas épocas mais secas do ano (Primavesi, 2002).

2.4.1.2 Reação do solo (pH)

O pH do solo é uma medida simples e indica se a reação do solo é ácida, neutra ou alcalina, a escala varia de 0 a 14, sendo que um valor de pH igual a 7 indica que ele é neutro, acima e menor que 7 indica pH alcalino e ácido, respectivamente (Melo, 2013).

Grande parte dos solos agrícolas das regiões tropicais e subtropicais apresenta limitações ao crescimento de muitas culturas em virtude dos efeitos da acidez excessiva. Os efeitos indiretos do pH sobre as plantas estão relacionados com as propriedades químicas (reações de sorção, dessorção, precipitação) que ocorrem em solos e que influenciam diretamente o crescimento das plantas (Meurer, 2007).

2.4.1.3 Condutividade Elétrica (CE)

Quanto maior a concentração de sais na solução, maior a corrente elétrica que poderá ser transmitida através dela. Por isso, a condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_e) é utilizada como indicadora da salinidade do solo. Solos com problemas de excessos de sais geralmente ocorrem em regiões áridas ou semiáridas e nas regiões costeiras de manguezais, sendo considerada o valor $\text{CE}_{es} > 4 \text{dSm}^{-1}$ apresenta limitação ao desenvolvimento das culturas.

(Tomé Junior, 1997).

2.4.1.4 Matéria Orgânica do Solo (MOS)

A cobertura do solo no semiárido brasileiro apresenta-se formada principalmente pelas folhas caídas e galhos das árvores hiperxerófilas. Esse fornecimento de galhos e folhas embora não aconteça o ano inteiro, está associado aos longos períodos de estiagem, daí a importância da manutenção dessa cobertura, pois que, a estiagem em clima semiárido pode se prolongar até a estação chuvosa no ano seguinte.

A matéria orgânica é composta com resíduos orgânicos animais e vegetais que se encontram no solo, nos mais variados graus de decomposição, sendo composta basicamente por C, H, O, N, S e P (Silva & Mendonça, 2007), ou seja, todo material orgânico contido no solo, incluindo a liteira, as frações leves, a biomassa microbiana, substâncias orgânicas solúveis em água e a matéria orgânica estabilizada (húmus) (Stevenson, 1994). Dessa forma, a matéria orgânica reorienta a configuração dos demais atributos e a manutenção desta nos solos tropicais é de fundamental importância para garantir a fertilidade dos solos mesmo estes cultivados por longos períodos.

Em ecossistemas naturais, o conteúdo de matéria orgânica do horizonte A pode alcançar de 15 a 20% ou mais, porém na maioria dos solos, está na média de 1 a 5%. Assim, em solos de matas preservadas, o conteúdo de matéria orgânica do solo esta diretamente ligada à cobertura vegetal existente, ou seja, da liteira e do clima da região (Gliessman, 2005).

2.4.4.5 Fósforo (P)

A fixação do fósforo é um dos maiores problemas da agricultura tropical, sem fósforo não existe crescimento vegetal, pois é responsável pela transferência de energia da síntese de substâncias orgânicas. Também uma cobertura morta aumenta os níveis de fósforo disponível no solo e com isso os rendimentos, a melhor maneira de manter o fósforo disponível e aumentar a eficiência do adubo é incorpora-lo junto à matéria orgânica seca, isto é a palha, folhas secas ou outros restos orgânicos presentes em especial na serrapilheira, na superfície do solo (Primavesi, 2002).

O fósforo está disponível para as plantas entre os pH de 6 a 7, e depois do nitrogênio e do Potássio é o nutriente mais demandado pelas plantas (Correa, 2005). A falta de fósforo é o que mais restringe a produção agrícola no Brasil, entretanto nos ambientes aluvionais na região do vale do Assu-RN, essas reservas possuem níveis satisfatórios, embora o problema

aqui esteja relacionado à sua disponibilidade (Oliveira, 1988).

2.4.1. 6 Potássio (K^+)

O potássio é o segundo macronutriente mais requerido pelas plantas, mas as respostas das espécies arbóreas florestais ao uso do potássio são menores do que o fósforo e nitrogênio (Neto, et al., 2004). O potássio participa principalmente na ativação das funções enzimáticas, sendo fundamental no processo de fotossíntese e da manutenção da turgidez das células, confere maior peso e qualidade dos grãos (Raij, 1991).

A mica que é um mineral primário 2:1 esta presente em solos que apresentam boas características químicas, ou seja, pouco intemperizados, característica de solos jovens, dependente do material de origem. Compete com outros nutrientes como cálcio e magnésio nos sítios ativos de ligação no solo. Devido a isto, é importante que a relação cálcio, magnésio e potássio estejam equilibrada, evitando que o potássio seja trocado por outros nutrientes à medida que a concentração aumente e seja lixiviado (Junqueira, 2012).

2.4.1.7 Sódio (Na^+)

Encontra-se na natureza como sal marinho, cloreto de sódio ($NaCl$), como o mineral ilita e na água do mar. no qual o Na forma 31% dos constituintes dissolvidos. Também se encontra adsorvido as argilas, estando esse elemento presente no solo em elevadas concentrações, ocorre mudanças na estrutura, favorecendo a dispersão das partículas do solo (agregados) (Dechen; Nachtigall, 2007).

Assim como outras propriedades físicas e químicas do solo a salinidade apresenta variabilidade espacial e temporal em função da profundidade do lençol freático, das praticas de manejo utilizadas, da taxa de evaporação, da salinidade da água, da precipitação pluvial e de outro fatores hidrogeológico (D' Almeida et al., 2005).

A salinidade refere-se a acumulação gradativa de sais solúvel no solo e a salinidade é o aumento gradual de sódio trocável. Normalmente a sodicidade trata-se de um processo posterior a salinização, porém elas podem ocorrer simultaneamente, quando se tem, na solução do solo sais exclusivo ou predominantemente de sódio. As plantas em ambientes com alta concentração de sais podem ser afetadas pela falta de água no solo e pela presença de íons tóxicos na concentração do solo (Dias; Gheyi, 2003). A salinização primária é a das áreas que pode ser causada pela intemperização das rochas e pela ação dos ventos, das chuvas e das inundações marinhas enquanto que a salinização secundária ou induzida é devido a ação

antrópica associada ao manejo inadequado do solo e da água. Em alguns casos, a salinidade secundária é responsável por perdas na qualidade do solo, tornando estéreis grandes extensões de terras cultivadas. Assim sendo, água de qualidade duvidosa, com elevados riscos de salinidade e sodicidade, adubos com elevados índices salinos a exemplo do cloreto de potássio, nitrato de sódio e nitrato de amônio, drenagem ineficiente dentre outros são fatores que podem elevar o processo de salinidade secundário (Ribeiro et al., 2009).

2.4.1.8 Cálcio (Ca^{2+})

Os minerais primários de Ca mais importantes são a anortita. Que contém entre 70 a 140 g kg^{-1} de Ca, e os piroxênio com 90 a 160 g kg^{-1} de Ca. Um sintoma comum de deficiência desse elemento nas plantas é o baixo crescimento das raízes, acontecendo também nas folhas e nos frutos, sendo. O Ca participa diretamente da parede celular, sendo mais visível nos pontos de crescimento da planta (Dechen; Nachtigall, 2007).

Na interação dos cátions em termos de favorecer ou inibir a absorção pelas plantas, o cálcio em excesso poderá inibir a absorção de magnésio, como também pode melhorar a absorção de micronutrientes. Áreas submetidas ao manejo orgânico durante dez anos mostraram a evolução dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} no incremento de aproximadamente de 100%, valor atribuído a adição de compostos orgânicos.

2.4.1.9 Magnésio (Mg^{2+})

O magnésio encontra-se no solo nas formas: não trocável, trocável e na solução do solo. O Mg^{2+} na forma não trocável é encontrado nos minerais primários e secundários, estando então em maior concentração em solos jovens (hornblenda, olivina, serpentina e biotita) ou ainda em minerais de argila secundários, como clorita, illita, montmorilonita e vermiculita.

É essencial para o metabolismo de plantas e animais, que tem papel estrutural como componente da molécula de clorofila. (Dechen; Nachtigall, 2007). Os sistemas agroflorestais por serem mais sustentável com relação a conservação do solo e ciclagem de nutrientes pelas plantas, ocorre uma maior disponibilidade. Os resíduos vegetais em diferentes estádios de decomposição pode promover a elevação do pH em superfície, aumentando a saturação por base, pela troca ou complexação dos íons por H e Al, por Ca, Mg, K e outros compostos presentes nos resíduos vegetais. (Amaral et al., 2014).

2.4.1.10 Alumínio (Al^{3+})

A maioria dos solos brasileiros apresenta limitações ao estabelecimento e desenvolvimento dos sistemas de produção agrícola de grande parte das culturas em decorrência dos efeitos da acidez, muito embora não seja apenas o Al responsável pelas baixas produções agrícolas. Podendo estar, de um modo geral, associado a presença de Al e Mn com concentrações tóxicas e baixos teores de cátions de básico, como Ca e Mg (Sousa, et al.,2007).

(Primavesi, 2002), a maioria das culturas tropicais não é tão sensível ao Al, como também, quando este elemento está presente no solo associado ao Mn.

Há certa tolerância de espécies e cultivares quanto a presença de Al ao meio (Bennet; Breen,1991) possuindo algumas propriedades inerentes, distintas de elementos biologicamente importantes, como o Ca, e essas propriedades são fundamentais para as plantas desenvolverem mecanismos de tolerância ao Al.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS EM ESTUDO

A pesquisa foi desenvolvida na Comunidade Bueno, município de Irauçuba, CE constituída por 37 famílias. Localizado sob coordenadas geográficas 03° 36' 24 27" S e 39° 51' 27 59"W. Sendo as principais atividades desenvolvidas eminentemente de cunho agropecuária, onde as que se destacam a criação de pequenos animais, apicultura, cultivos de sequeiro de espécies de ciclo curto, como feijão, milho, gergelim e sorgo, como também, os quintais produtivos. A partir das vivências nos SAFs, estes ampliaram seus sistemas produtivos com a produção em quintais ao redor das suas casas. As mulheres são as cuidadoras dos plantios e/ou semeadura de hortaliças, plantas medicinais, ornamentais e frutíferas, sendo a produção destinada ao consumo familiar, garantindo a soberania e segurança alimentar. Dessa forma, os quintais produtivos são mantidos com tecnologias de convivência com o semiárido, tais como: cisterna de placa para consumo familiar, popularizada como acesso a primeira água, e a cisterna calçadão, também conhecida como segunda água, sendo que esta é para uso na agricultura e dessedentação dos animais.

As atividades desenvolvidas nos quintais produtivos seguem princípios e práticas conservacionistas, tais como: cobertura vegetal, irrigação de salvação realizada com garrafas PET, utilização de esterco proveniente de animais da própria unidade familiar e plantio consorciado, ampliando a diversidade nos sistemas produtivos.

3.2 HISTÓRICOS DAS UNIDADES DE MANEJO AGROFLORESTAL (SAF 1 E SAF 2)

A proposta do sistema agroflorestal (SAFs), foi construído a partir de iniciativa de cinco famílias que se identificaram com a implantação das unidades de manejo agroflorestal, no qual essas famílias passaram por um processo de formação em agroecologia e convivência com o semiárido. Nessa mesma formação as famílias definiram que os SAFs teriam como objetivo principal a produção de alimentos para atender as necessidades das famílias e dos animais e estabeleceram as seguintes metas conservacionistas: extinguir o uso do fogo, veneno e broca e preservar a sucessão natural das plantas.

As áreas de manejo agroflorestal (SAFs) foram definidas e implantadas em julho de 2007. Estas seguiram critérios quanto às particularidades locais em função da paisagem, nível de degradação e fonte de água próxima para aproveitamento da umidade de solo pelo

afloramento do lençol freático (açude com revencia). Sendo, portanto, duas áreas implantadas com unidades de manejo agroflorestal (SAFs), conduzidas com os mesmos critérios de implantação, estando cada uma em localização diferenciadas na paisagem (SAF 1) interflúvio (área mais elevada do terreno) e SAF 2) colúvil (área de baixada), totalizando 0,5 ha, cada SAF em estudo. O solo foi classificado como Neossolo Flúvico Eutrófico (Santos, 2013).

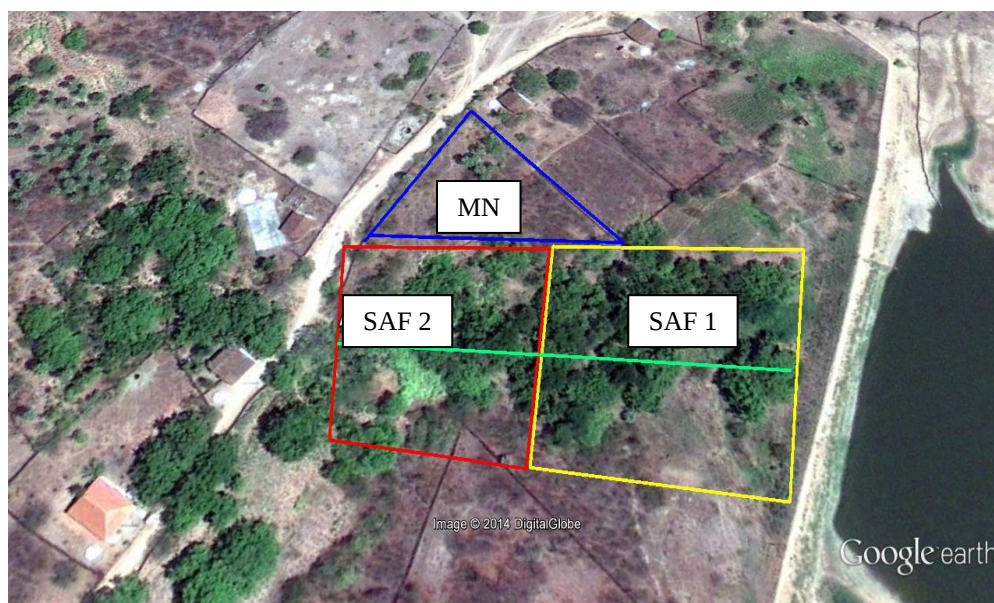


Figura 1 – Localização das Unidades de Manejo Agroflorestais (SAF 1 e SAF 2) e a Mata Nativa (MN), Irauçuba, CE.

Inicialmente as atividades realizadas para implantação das unidades de manejo agroflorestal foram: Raleamento das espécies predominantes com critérios estabelecidos pela vivencia das famílias. As espécies raleadas foram as mais predominantes, a exemplo da Jurema Preta, (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) (espécie indicadora de solos degradados). Os resíduos das plantas raleadas, foram picotadas partes finas, com auxílio de facão e espalhadas na superfície do solo, tendo como finalidade o controle do processo erosivo, umidade do solo proporcionado conforto térmico para atividade microbiana.

A construção dos camalhões ocorreu em função da paisagem, bem como, comprimento e grau do declive com objetivo principal a contenção do escoamento superficial para o controle da erosão (perda de solo) e favorecimento da infiltração de água no solo. Os galhos lenhosos e mais grossos provenientes do raleamento foram distribuídos para formação dos camalhões. Foi implantado coquetel de leguminosas no início do período chuvoso, com as seguintes espécies: feijão de porco (*Canavalia ensiformis* DC.), girassol (*Helianthus annuus* L.), crotalária (*Crotalaria juncea* L.), guandu (*Cajanus cajan*) cultivados na área para

posterior roço seletivo, permanecendo como cobertura do solo condicionando-o para receber o plantio de mudas nativas, frutíferas, e exóticas adaptadas ao semiárido. Sendo, portanto introduzidas: Cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), mangueira (*Mangifera indica* L.), bananeira (*Musa paradisiaca* L.), abacaxi (*Ananas camosus* L. Merrill), mamoeiro (*Carica papaya* L.), goiabeira (*Psidium guajava* L.), jurema (*Mimosa tenuiflora* (Willd.), pau d'arco (*Tabebuia* sp.), macaxeira (*Manihot esculenta* Crantz), capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumacher), cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.), maxixe (*Cucumis anguria* L.), gergelim (*Sesamum indicum* L.) e algodão (*Gossypium herbaceum* L.).

Neste sentido, para garantir as necessidades hídricas das espécies cultivadas foi construído um tanque de pedra com o objetivo de acumular água para irrigação de salvação com garrafa pet, e controle da população de insetos com utilização do extrato de Nim (*Azadirachta indica*) e urina de vaca.

Observa-se nas unidades de manejo agroflorestal SAFs, após sete anos de implantação diversidade de espécies, floradas, resíduos vegetais em diferentes estádios de decomposição e pássaros convivendo nesse sistema condicionado o processo de sucessão e regeneração natural da floresta nativa.

3.3.1 Descrição das unidades de manejo agroflorestal e mata nativa para o estudo

O estudo foi constituído dos seguintes tratamentos 1) unidade de manejo agroflorestal, conforme definido no item anterior de desenhos dos SAFs. Estando localizada na porção mais elevada paisagem (interflúvio); 2) unidade de manejo agroflorestal, localizada na porção de baixada (colúvil) e 3) mata nativa como referência (Figura 2 A, B, C, D, E e F).

As diferenças que se distinguem os SAFs das unidades 1 e 2 foram a posição na paisagem que influencia na dinâmica da água nos sistemas. Sendo o SAF 1 constituído de boa drenagem da água, permanecendo o ambiente não saturado, ou seja, os poros do solo parcialmente preenchidos por água e ar durante todo o ano. No SAF 2, no período da estação chuvosa ocorre má drenagem da água no solo, promovendo um ambiente saturado, ou seja todo o espaço poroso preenchido por água. Passado período chuvoso, a umidade do solo é maior em relação SAF 1, tendo assim, maior quantidade de água armazenada no solo, favorecendo desenvolvimento dos cultivos agrícolas manejados, fato esse favorecido em função do lençol freático superficial.

Área 3 refere-se a Mata nativa (MN) sendo considerada como referencia, compreende uma extensão de 3 há, sem ação antrópica por aproximadamente trinta anos. Esta localizada

na porção oposta às unidades de manejo agroflorestal SAFs 1 e 2, distando aproximadamente 600 m. A vegetação presente constitui-se de caatinga hiperxerófila, com predominância das principais espécies: sabiá (*Mimosa Caesalpiniaefolia* Benth) , catingueira (*Caesalpinia bracteosa* Tul.) , jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.), marmeleiro (*Croton adenodontus* Müll. Arg.), frei Jorge (*Cordia trichotoma* (Vell.), , mufumbo (*Combretum leprosum* Mart.), mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.) , presença de cupinzeiro nas árvores. A superfície do solo é coberta com serrapilheira em diferentes estádios de decomposição.

O aporte de água nos sistemas para fins de suprimento de água as espécies implantadas é realizado por meio de irrigação de salvação. Apenas as mudas que foram plantadas nos sistemas recebem a irrigação por meio de garrafas PET. As garrafas contornam toda a bacia em volta da muda e por meio de gotejamento realizam a irrigação. A frequência de irrigação é diária e o abastecimento das garrafas com água é realizado duas vezes por semana.

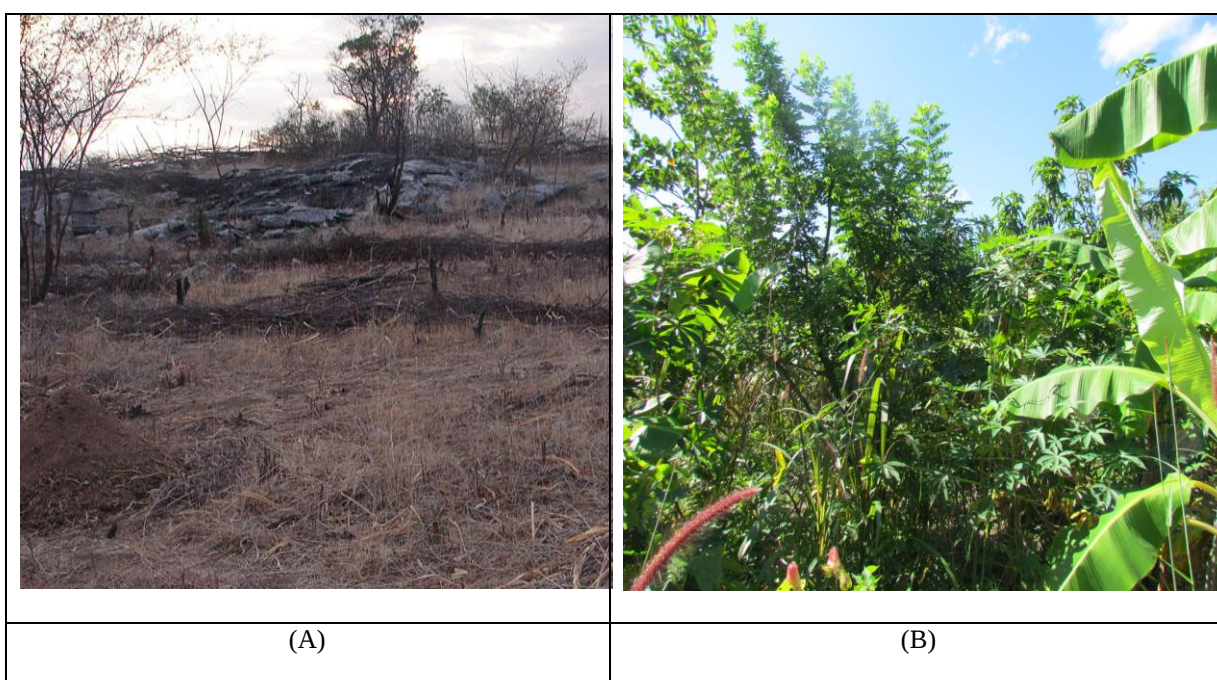




Figura 2 - Vista Geral da Unidade de Manejo Agroflorestal - SAF1 antes da implantação (A); SAF1 com 7 anos de implantação (B); SAF2 antes da implantação (C); SAF2 com 7 anos de implantação (D), Mata Nativa - MN (E); Entrada dos SAFS (F), em Irauçuba, CE.

3.4 AMOSTRAGEM E ANÁLISES DOS ATRIBUTOS DO SOLO

Para realização das análises laboratoriais foram coletadas amostras com estrutura deformada, sendo cinco amostras compostas, oriundas de 15 subamostras em cada área de estudo, nas camadas de 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m, com auxílio do trado tipo holandês, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e levadas ao Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta da UFERSA. As amostras foram secas ao ar,

destorroadas e passadas em peneiras de malha com abertura 2 mm, obtendo assim a terra fina seca ao ar (TFSA), foram submetidas às análises físicas e químicas e do solo.

Para análise granulométrica foi utilizado o método da pipeta, com utilização do dispersante químico hexametáfosfato de sódio e água destilada em 20 g de (TFSA), com agitação mecânica lenta em agitador (Wagner 50 rpm) por 16 horas. A areia (2 a 0,05 mm) foi quantificada por tamisagem, a argila (< 0,002 mm) por sedimentação e o silte (0,05 a 0,002 mm) por diferença entre as frações de areia e argila. A análise de densidade de partículas (ρ_p) pelo método do balão volumétrico, utilizando-se terra fina seca em estufa (TFSE) a 105 °C e álcool etílico, (Donagema et al., 2011).

$$\rho_p = \frac{ms}{v_p}$$

ρ_p = Densidade de partículas ou densidade dos sólidos (kg. m⁻³)

ms = massa seca a 105 °C (kg)

v_p = volume do sólidos (m³)

Foram obtidos o pH em água; os teores de Ca, Mg e P por meio do extrator Mehlich-1 e quantificados por espectrofotometria de absorção atômica (Ca e Mg) e fotometria de chama (P). A condutividade eletrolítica (CE) e o Na⁺ foram determinados a 25°C em extrato aquoso, na relação 1:5; nitrogênio (N), digerido em bloco digestor com ácido sulfúrico, peróxido de hidrogênio e mistura digestora a 250 °C durante 30 minutos e a 350 °C durante 2 horas e quantificado por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹ após destilação; alumínio (Al³⁺) trocável, por extração com KCl 1 mol L⁻¹ e titulado com NaOH 0,025 mol L⁻¹; ; acidez potencial (H + Al), quantificada por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹ após extração com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0; e matéria orgânica do solo (MOS), por titulação com sulfato ferroso amoniacal 0,005 M depois de aquecida em chapa uniforme com dicromato de potássio 0,02 M. A partir das análises realizadas foram obtidos os índices: soma de bases (SB); capacidade de troca catiônica efetiva (t); capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (CTC); saturação por bases (V %); saturação por alumínio trocável (m %) e a percentagem de sódio trocável (PST), de acordo com (Donagema et al., 2011).

As análises físicas e químicas foram realizadas nos laboratórios de Física do Solo e Fertilidade e Nutrição de Plantas, respectivamente, ambos no complexo do Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semiárido (LASAP/DCAT/UFERSA).

3.5. DELINEAMENTOS EXPERIMENTAL

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo os tratamentos (unidades de manejo agroflorestal e mata nativa) e as parcelas consideradas as repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos foram submetidas ao teste tukey, em nível de 5% de probabilidade, com utilização do programa estatístico ASSISTAT 7.6. (Silva, et al.; 2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM UNIDADES DE MANEJO AGROFLORESTAL E MATA NATIVA

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da distribuição do tamanho das partículas (granulometria), sua classificação textural e densidade das partículas. Os sistemas em estudo e as suas respectivas camadas não apresentaram amplitude textural, sendo sua classificação Franco-arenosa, uma vez que as unidades em estudos apresentam a classe de solo (Neossolos Fluvico). Vale ressaltar que a granulometria é uma característica física do solo de difícil modificação, uma vez que é inerente do material de origem, não sendo modificados pelos manejos do solo e dos cultivos agropecuários.

Os valores da fração silte encontrados (Tabela 1) foram altos, sendo indicativo de solos jovens e pouco intemperizados, conforme a classificação de CEARÁ (1983) e das normas adotadas pelo Centro Nacional de Pesquisas de Solos – CNPS da EMBRAPA, 90% da área do município é constituída por solos rasos, caracterizada por rochas cristalinas, corroborando com (Souza, et al.; 2010; Silva, et al.; 2014; Rebouças et al., 2014).

No SAF 2, verificou-se decréscimo da fração argila e acréscimo da areia, Podendo ser justificado pelo reflexo da topografia das unidades do manejo agroflorestal (SAF 1 e SAF 2) sendo que o SAF 1 encontra-se em local mais alto da paisagem, portando, sendo considerado área de perda de sedimentos. E o SAF 2, área de deposição das partículas mais facilmente transportadas e depositadas (argila, silte e matéria orgânica), como também, sendo favorável a

perda desses sedimentos em função da saturação devido ao lençol freático superficial, formando um riacho a jusante de uma barragem, sendo esta abastecida por água da revênia do açude e da precipitação pluvial. Vale salientar que essa redução da fração argila não influenciou na classificação textural Franco Arenosa.

A densidade das partículas, assim como a granulometria, não apresentou grande amplitude na variação dos valores, em razão à pouca variação na textura, uma vez que o diâmetro das partículas está intimamente ligado à sua densidade, sendo, portanto, atributos fortemente correlatos. Os valores encontrados variaram (2,35 a 2,46 kg dm⁻³), caracterizou-se como solo mineral, condicionada pelo material de origem e a sua composição mineralógica, relação silte/argila (1,13 a 4,43).

Tabela 1 - Distribuição do tamanho das partículas, sua classificação textural e densidade das partículas em Unidades de Manejo Agroflorestal SAF 1 e SAF 2 e Mata Nativa nas camadas 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m.

Camada	Areia			Silte	Argila	Relação	Classificação Textural	Densidade das Partículas
	Grossa	Fina	Total			Silte /Argila		
m	g kg ⁻¹			kg dm ⁻³				
Sistema Agroflorestal (SAF1)								
0,00-0,10	359	244	603	274	123	2,23	Franco-arenosa	2,35
0,10-0,20	331	305	636	244	120	2,03	Franco-arenosa	2,40
0,20-0,30	336	281	617	241	142	1,70	Franco-arenosa	2,41
0,30-0,40	387	240	627	228	145	1,57	Franco-arenosa	2,41
Sistema Agroflorestal (SAF2)								
0,00-0,10	507	205	712	235	53	4,43	Franco-arenosa	2,40
0,10-0,20	495	204	699	233	68	3,43	Franco-arenosa	2,43
0,20-0,30	480	198	678	244	78	3,13	Franco-arenosa	2,42
0,30-0,40	514	206	720	216	64	3,38	Franco-arenosa	2,46
Mata nativa (MN)								
0,00-0,10	481	177	658	251	91	2,76	Franco-arenosa	2,45
0,10-0,20	418	180	598	255	147	1,73	Franco-arenosa	2,42
0,20-0,30	414	156	570	228	202	1,13	Franco-arenosa	2,45
0,30-0,40	454	191	645	240	115	2,09	Franco-arenosa	2,43

4.2 ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM UNIDADES DE MANEJO AGROFLORESTAL E MATA NATIVA

Na Tabela 2, são apresentados os quadrados médios dos atributos químicos do solo das unidades de manejo agroflorestal SAF 1 e 2 e mata nativa.

As diferenças significativas encontradas, em nível de 5% de probabilidade para os atributos químicos, exceto o fósforo e a condutividade elétrica no extrato de saturação.

Os valores médios para os atributos químicos do solo em Unidades de Manejo Agroflorestal SAF 1 e SAF 2 e Mata Nativa são apresentados na Tabela 2. Verificou-se diferenças significativas para os atributos analisados, exceto para a CEes, indicando baixa concentração de sais solúveis, sem riscos potenciais de salinidade ($0,25$ a $0,34 \text{ dS m}^{-1}$), este fato podendo ser justificado pelo aumento do sódio trocável ($9,51$ a $29,88 \text{ mg dm}^{-3}$), sendo os valores normais da PST ($0,66$ a $1,35 \%$), no SAF 2 diferiu das demais unidades em estudo. Vale ressaltar, que embora os valores de sódio trocáveis sejam considerados altos, estes não se caracterizam com restrições em função da PST normal. O sódio trocável pode estar condicionada a formação de solos característico do material de origem constituído de rochas cristalinas, condições de relevo, manejo do solo e dos cultivos agrícolas.

Tabela 2 - Quadrados médios para os atributos químicos do solo em Unidades de Manejo Agroflorestal SAF 1 e SAF 2 e Mata Nativa.

FV	GL	QM						
		pH	CE _{es}	N	MOS	P	K	Na
SAF1, SAF2 E MN	2	7,962**	0,072 ^{ns}	0,990**	5214,613**	21,898*	39818,175**	3741,200**
Resíduo SC	24	0,021	0,025	0,003	30,137	4,314	112,846	2,719
Parcelas	26							
Profundidades (P)	3	0,475**	0,199**	0,236**	2314,944**	334,585**	114331,409**	58,638**
Interação SC x P	6	0,742**	0,274**	0,283**	1013,802**	21,464**	28008,642**	255,259**
Resíduo P	72	0,024	0,005	0,002	14,666	4,327	113,268	1,715
Total	107							
CV% - a		2,45	55,23	29,78	21,32	47,18	9,85	8,27
CV% - b		2,60	24,63	23,29	14,87	47,25	9,87	6,57

Unidade de Manejo Agroflorestal (SAF1) e (SAF2), mata nativa (MN); FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrados médios; pH: potencial hidrogeniônico; CE_{es}: condutividade elétrica no extrato de saturação;

Tabela 2. Continuação...

QM									
Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	t	T	V	m	PST
72,223**	3,651**	1,290**	859,527**	108,985**	120,685**	987,592**	4600,952**	260,823**	4,961**
0,037	0,048	0,015	1,584	0,063	0,124	11,859	407,273	10,529	0,110
50,161**	7,391**	0,184**	6,657*	110,366**	102,853**	228,978**	494,299*	41,716**	2,406**
4,934**	0,963**	0,179**	20,807**	12,128**	10,246**	53,458**	386,602*	53,939**	0,832**
0,177	0,034	0,016	1,779	0,209	0,233	5,547	159,459	4,922	0,048
4,28	17,38	106,63	22,86	4,12	5,68	31,25	32,36	188,16	35,84
9,38	14,62	112,40	24,23	7,49	7,78	21,37	20,25	128,65	23,64

Ca²⁺: cálcio; Mg²⁺: magnésio; Al³⁺: alumínio; (H+Al): acidez potencial; SB: soma de bases; t: capacidade de troca catiônica efetiva; T: capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio; PST: percentagem de sódio trocável.

Para as unidades em estudo o valores médio de pH do SAF2 diferiu do SAF1 e Mata nativa (Tabela 3) Vale ressaltar, que os valores do pH não apresentam restrições para o desenvolvimento das culturas, embora a acidez potencial diferiu entre as unidades em estudo, com valor médio superior aos demais para SAF1 ($11,03 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), com restrições, como também, aos elevados teores de cálcio trocável, provavelmente, oriundo do material de origem (rochas cristalinas).

Os atributos químicos cálcio, magnésio, potássio e matéria orgânica do solo nas Unidades de Manejo Agroflorestal SAF 1 e SAF 2 foram superiores as condições de Mata Nativa. Estes resultados podem ser atribuídos ao constante aporte de compostos orgânicos em diferentes estádios de decomposição provenientes da diversidade de espécies vegetais implantadas em combinação com a caatinga durante 7 anos de sua implantação. Indicando que o manejo das plantas com raleamento, podas e enleiramento dos restos vegetais, este fato demonstra a potencialidade dos SAFs no aspecto de incremento de matéria orgânica no solo. Estes resultados corroboram com os encontrados por (XAVIER et al.; 2004) sendo considerado um bom indicador das mudanças nos teores de matéria orgânica em função do manejo do solo e dos cultivos agrícolas.

Verificou-se que os valores de nitrogênio (N) e matéria orgânica do solo (MOS), seguem a mesma tendência, com diferença estatística entre as unidades em estudo, sendo superior no SAF 1, seguido do SAF 2 e MN. Onde o N necessita da mineralização da MOS. Segundo (FRAZÃO et al. (2008) os teores de N são fortemente correlacionados com os de matéria orgânica.

Para os íons cálcio (Ca^{++}) e potássio (Mg^{++}) houve diferenças significativas entre as unidades em estudo, com valores decrescendo na seguinte ordem SAF2 > SAF 1 > Mata Nativa, para (Ca^{++}) (5,34; 5,25 e 2,85 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e o (Mg^{++}) (1,49; 1,40 e 0,90 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), com valores relativamente elevados. O potássio (K^+) houve diferenças significativas entre as unidades em estudo, com valores decrescendo na seguinte ordem SAF1 > Mata nativa > SAF 2 (130,35; 123,46 e 69,63 mg dm^{-3}). Esses valores elevados refletem soma de bases (SB), CTC efetiva (t) e saturação por base ($V > 50 \%$) sendo considerado eutrófico nas unidades em estudo. Ao avaliar a qualidade química das unidades em estudo, vale ressaltar, cuidado especial ao sódio e consequentemente a PST, que não apresentou limitações nas unidades em estudo, embora o sódio tenha mascarado os valores de soma de bases, uma vez que os teores de sódio encontram-se elevados em todas as unidades em estudo SAF1, SAF2 e Mata Nativa (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias dos atributos químicos do solo em Unidades de Manejo Agroflorestal SAF 1 e SAF 2 e Mata Nativa.

Unidade de estudo	pH	CE _{es}	N	MOS	P	K	Na
	(água)	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹		mg dm ⁻³		
SAF 1	5,693b	0,254a	0,385a	39,014a	4,946a	130,379a	20,440b
SAF2	6,524a	0,273a	0,117b	22,708b	3,509b	69,630c	29,885a
MN	5,727b	0,339a	0,082c	15,527c	4,753a	123,464b	9,514c

pH: potencial hidrogeniônico; CE_{es}: condutividade elétrica no extrato de saturação; N nitrogênio; MOS: matéria orgânica do solo; P: fósforo; K: potássio; Na: sódio.

Letras minúsculas nas colunas indicam unidades em estudo (Sistema Agroflorestal 1- SAF 1 e Sistema Agroflorestal 2 – SAF 2.; Mata Nativa MN)

Tabela 3. Continuação...

Ca	Mg	Al	(H+Al)	SB	t	T	V	m	PST
cmol _c dm ⁻³							%		
5,258a	1,400a	0,333a	11,034a	7,081a	7,372a	18,114a	49,431b	4,832a	0,490b
5,342a	1,491a	0,008b	3,719b	7,141a	7,150b	10,861b	67,278a	0,135b	1,196a
2,848b	0,900b	0,003b	1,765c	4,098b	4,096c	5,863c	70,376a	0,206b	0,705b

Ca: cálcio; Mg: magnésio; A⁺: alumínio; (H+Al): acidez potencial; SB: soma de bases; t: capacidade de troca catiônica efetiva; T: capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio; PST: percentagem de sódio trocável.

Letras minúsculas nas colunas indicam unidades em estudo (Sistema Agroflorestal 1- SAF 1 e Sistema Agroflorestal 2 – SAF 2.; Mata Nativa MN)

Os sistemas agroflorestais SAFs podem ser uma alternativa viável para o desenvolvimento da agricultura no semiárido brasileiro na medida em que, a introdução de espécies cultiváveis contribui para manutenção e melhoria dos atributos do solo (Tabela 3). Como também outros atributos avaliados de forma qualitativa por meio da observação e vivência nas unidades de estudo SAF 1 e SAF2, tais como: pasto apícola, conforto térmico, controle da umidade, aporte de resíduos em diferentes estádios de decomposição, disponibilidade e diversidade de alimento para a segurança alimentar e nutricional permanente. (Figura 2). Estudos relacionados a avaliação de sistema agroflorestais devem-se levar em consideração as particularidades locais quanto ao padrão climático, época de amostragem, tipo de solo e posição na paisagem, os métodos adotados para avaliação por os atributos do solo são dinâmicos passíveis de serem modificados no tempo e no espaço (Marchiori Junior et al.; 2000). Para os teores de fósforo (P) verificou-se diferença estatística do SAF 2 em relação aos demais, porém, apresentando valores inferiores e os mesmos são considerados baixos.

Os valores médios para os atributos químicos do solo nas camadas 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m. (Tabela 4). Verificou-se diferenças significativas na camada de 0,30-

0,40 com valor mais alto para CEes, indicando baixa concentração de sais solúveis, sem riscos potenciais de salinidade ($0,226$ a $0,413 \text{ dS m}^{-1}$), este fato pode ter ocorrido pelo aumento do sódio trocável na camada de $0,10\text{-}0,20$ e $0,20\text{-}0,30$ ($20,65$ a $21,67 \text{ mg dm}^{-3}$), diferindo das demais camadas, sendo apresentada a mesma tendência para a PST ($0,97$ a $1,25 \%$), estes não se caracterizam com restrições

Os altos teores de sódio em todas as camadas (Tabela 4), não se caracterizam como solódicos, com elevados teores da CTC diferindo estatisticamente nas camadas de $0,0\text{-}0,10$ e $0,10\text{-}0,20$, sendo ($15,10$ a $11,02 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), o cálcio diferiu estatisticamente nas camadas $0,0\text{-}0,10$ e $0,30\text{-}0,30$, ($6,51$ e $3,97 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), com a mesma tendência o magnésio ($2,01$ e $1,24 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), e potássio diferindo em todas as camadas, sendo considerados teores elevados.

O pH diferiu na camada de $0,30\text{-}0,40$, com valor mais baixo (Tabela 4) sem restrições. A acidez potencial não diferiu entre as camadas, considerados valores altos.

Verificou-se que os valores de nitrogênio (N) e matéria orgânica do solo (MOS), nas camadas seguem a mesma tendência, com exceção na matéria do solo na camada de $0,30\text{-}0,40$, apresentando valor inferior as demais, com decréscimo em profundidade, os mesmos são considerados baixos.

Tabela 4 - Médias dos atributos químicos do solo nas camadas 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m

Camada	pH	CE _{es}	N	MOS	P	K	Na	Ca	Mg	Al	(H+Al)	SB	t	T	V	M	PST
	(água)	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹			mg dm ⁻¹					cmol _c dm ⁻¹					%	
0,00-0,10	6,070a	0,236bc	0,288a	37,082a	9,539a	201,022a	18,962c	6,513 ^a	2,007a	0,004b	5,989 ^a	9,106 ^a	9,105a	15,096a	64,210ab	0,275b	0,523c
0,10-0,20	6,074a	0,281b	0,106b	25,277b	2,117c	100,906b	20,646b	3,862bc	0,964c	0,100a	5,845ab	5,174b	5,279b	11,019b	55,983b	1,515b	0,974b
0,20-0,30	5,990a	0,226c	0,122b	26,220b	2,110c	75,817c	21,673 ^a	3,585c	0,841c	0,178a	4,932b	4,714c	4,890c	8,472c	64,097ab	3,301 ^a	1,245a
0,30-0,40	5,791b	0,413a	0,262a	14,421c	3,844b	53,553d	18,505c	3,970b	1,244b	0,178a	5,259ab	5,432b	5,554b	9,490bc	65,156a	1,807ab	0,962b

pH: potencial hidrogeniônico; CE_{es}: condutividade elétrica no extrato de saturação; N nitrogênio; MOS: matéria orgânica do solo; P: fósforo; K: potássio; Na: sódio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; Al: alumínio; (H+Al): acidez potencial; SB: soma de bases; t: capacidade de troca catiônica efetiva; T: capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio; PST: percentagem de sódio trocável. Letras minúsculas nas colunas indicam camadas amostradas (0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m) Letras minúsculas nas colunas indicam camadas amostradas (0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m)

As interações dos atributos químicos do solo em Unidades de Manejo Agroflorestal SAF 1 e SAF 2 e Mata Nativa e nas camadas 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m. são apresentados na (Tabela 5).

O pH diferiu estatisticamente na mata nativa com valor inferior em relação ao SAF 1 e SAF 2 e na camada de 0,0-0,10. (tabela 5). Esses valores elevados de pH no SAF e SAF 2 podem ser explicados pela adubação verde e implantação de frutíferas nas unidades, não ocorrendo o mesmo manejo na mata nativa. (Menezes, et al 2008) ressalta que o aporte de matéria orgânica nos SAFs contribuem para elevação das bases trocáveis no solo. A acidez potencial e alumínio trocável diferiram entre as unidades em estudo, com valor médio superior ($9,43 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), e não diferindo entre camadas. Avaliando a CEes o SAF 1 diferiu estatisticamente das demais unidades em estudo e nas camadas de 0,20-0,30 e 0,30-0,40, com valores considerados normais, conforme (Ribeiro, 1999).

A PST do SAF 1 diferiu das demais unidades em estudo em todas as camadas, com valor superior. (PST= 0,57 %), sendo considerado normais nas unidades em estudo e camadas, influenciados pelos altos teores de cálcio, magnésio e potássio. Em função desses valores elevados dos cátions trocáveis, não se constituiu como solódico. O valor da PST mais elevado no SAF 1 pode estar relacionado a posição deste na paisagem em função do intemperismo intenso pelas rochas na superfície do solo e a baixa profundidade efetiva do perfil, pois são considerados solos rasos.

Tabela 5 - Interações dos atributos químicos em Unidades de Manejo Agroflorestal SAF 1 e SAF 2 e Mata Nativa nas camadas 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m

Sistema	Profundidades (m)											
	pH (água)				N (g kg ⁻¹)				Al (cmol _c dm ⁻³)			
	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40
SAF 1	6,157bA	5,640cB	5,530cBC	5,447cC	0,723aA	0,163aC	0,117abC	0,537aB	0,000aC	0,300aB	0,533aA	0,500aA
SAF2	6,683aA	6,663aA	6,563aA	6,187aB	0,070bB	0,070bB	0,163aA	0,163bA	0,000aA	0,000bA	0,000bA	0,033bA
MN	5,370cB	5,920bA	5,878bA	5,740bA	0,070bB	0,086bA	0,087bA	0,086cA	0,011aA	0,000bA	0,000bA	0,000bA
	CE (dS m ⁻¹)				MOS (g kg ⁻¹)				(H+Al) (cmol _c dm ⁻³)			
	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40
SAF 1	0,077bC	0,210bB	0,220aB	0,510aA	56,663aA	39,077aC	45,833aB	14,483abD	9,433aB	13,118aA	10,533aB	11,055aB
SAF2	0,293aB	0,107bC	0,180aC	0,513aA	37,563bB	24,747bB	10,287cD	18,237aC	6,188bA	2,640bB	2,723bB	3,328bB
MN	0,339aB	0,527aA	0,277aBC	0,214bC	17,020cC	12,007cC	22,539bA	10,542bC	2,348cA	1,778bA	1,540bA	1,393cA
	PST (%)				P (mg dm ⁻³)				t (cmol _c dm ⁻³)			
	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40
SAF 1	0,577aB	0,431bB	0,963bA	0,690bB	8,137bA	2,132aB	3,014aB	6,501aA	11,370aA	6,553aB	5,019bC	6,548aB
SAF2	0,623aC	1,848aA	1,681aA	1,251aB	9,127abA	1,242aB	1,608aB	2,060bB	10,580bA	5,529bC	6,167aB	6,323aB
MN	0,369aC	0,643bB	1,090bA	0,945bA	11,355aA	2,978aB	1,709aB	2,971bB	5,365cA	3,739cB	3,485cB	3,792bB

pH: potencial hidrogeniônico; CE: condutividade elétrica; PST: percentagem de sódio trocável; N: nitrogênio; MOS: matéria orgânica do solo; P: fósforo; Al³⁺: alumínio; (H+Al): acidez potencial; t capacidade de troca catiônica efetiva. Letras maiúsculas nas colunas indicam unidades em estudo (Sistema Agroflorestal 1- SAF 1 e Sistema agroflorestal 2 – SAF 2.; Mata Nativa MN. Letras minúsculas nas linhas indicam camadas amostradas (0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m)

Os resultados do sódio trocável foram altos, diferindo entre as unidades em estudo, sendo o SAF 1 com valor superior aos demais e a mesma tendência em camadas, com restrições aos cultivos agrícolas. (Cavalcante, 2013) estudando Neossolo Flúvico sódico no município de São Vicente, no Rio Grande do Norte encontrou valores elevados de sódio trocável, sendo necessário para o desenvolvimento de atividades agrícolas nessas condições de elevada sodicidade a introdução espécies tolerantes a níveis mais elevados de sodicidade.

A CTC não apresentou diferenças entre as unidades em estudo e nem entre camada, porém os valores são considerados altos, conferindo assim boas características químicas ao cultivo. A soma de bases (SB), CTC efetiva (t) e saturação por base não diferiram entre as unidades em estudo, com variação estatística entre as camadas. Vale ressaltar que ($V > 50\%$) foi superior a 50 %, nas unidades em estudo, sendo considerado eutrófico (Tabela 5).

Esses valores altos podem estar relacionados ao material de origem dos solos da depressão sertaneja, os quais ocorrem em predominância nas planícies os Neossolo Eutróficos, conforme classificação de (Ceará, 1989, Silva et al., 2014 & Rebouças et al., 20140). Os atributos químicos cálcio, magnésio, potássio apresentaram valores altos e estes não diferiram entre as unidades em estudo, exceto entre as camadas com variações. (Menezes et al., 2008) estudando os solos da região norte observou valores maiores de pH, cálcio e magnésio em camadas da superfície nos sistemas agroflorestais quando comparados aos solos da mata nativa. (Silva, et al., 2014) estudando uma topossequência no município de Florânia, Rio Grande do Norte encontrou concentrações elevadas das bases trocáveis, refletindo na alta soma de bases, sendo considerado eutrófico.

A matéria orgânica na mata nativa apresentou valor inferior e diferiu das unidades agroflorestais SAF 1 e SAF 2, diferindo nas camadas subsuperficiais 0,20-0,30 e 0,30-0,40. O nitrogênio (N) SAF 1 apresentou valor mais alto e diferiu do SAF 2 e mata nativa, não diferindo estatisticamente entre as camadas. Os teores mais elevados verificados nos SAF 1 e SAF 2 podem ser explicados pelo manejo adotado nas áreas que forma o plantio de leguminosas e pela prática de amontoa realizados para fins de recuperação da qualidade do solo por se tratar de uma área com histórico acentuado de degradação os recursos naturais. (Marin, et al. 2008) estudando os efeitos da gliricídia sobre os nutrientes solo em sistemas agroflorestais observou que os valores mais elevados estão na camada superficial e atribuiu esses resultados pelo uso de adubação verde.

Conti.....

Tabela 5. Interações dos atributos químicos em Unidades de Manejo Agroflorestal SAF 1 e SAF 2 e Mata Nativa nas camadas 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m.

Sistema	Profundidades (m)											
	T (cmol _c dm ⁻³)				K (mg dm ⁻³)				Mg (cmol _c dm ⁻³)			
	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40
SAF 1	20,802aA	19,370aA	11,498aB	13,667aB	319,194aA	92,399bB	67,560bC	42,360bD	2,500aA	1,100aB	0,733bC	1,267bB
SAF2	16,767bA	8,169bB	8,890aB	9,617bB	122,279cA	69,720cB	59,280bB	27,241cC	2,400aA	1,000abC	1,067aC	1,500aB
MN	7,718cA	5,518bA	5,030bA	5,186cA	161,592bA	140,598aB	100,610aC	91,057aC	1,120bA	0,791bBC	0,722bC	0,967cAB
	V (%)				Na mg dm ⁻³				SB (cmol _c dm ⁻³)			
	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40
SAF 1	54,657bA	32,289bB	53,460aA	57,317aA	27,611aA	19,215bB	18,166bBC	16,767bC	11,370aA	6,253aB	4,485bC	6,215aB
SAF2	66,463abA	67,782aA	69,432aA	65,434aA	23,063bC	34,608aA	34,258aA	27,611aB	10,580bA	5,529bC	6,167aB	6,290aB
MN	71,511aA	67,878aA	69,398aA	72,719aA	6,211cC	8,115cB	12,594cA	11,138cA	5,370cA	3,739cB	3,490cB	3,792bB
	m (%)				Ca (cmol _c dm ⁻³)							
	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40				
SAF 1	0,000aC	4,544aB	9,902aA	4,883aB	7,933aA	4,833aB	3,500bC	4,767aB				
SAF2	0,000aA	0,000bA	0,000bA	0,539bA	7,767aA	4,200bC	4,800aB	4,600aBC				
MN	0,826aA	0,000bA	0,000bA	0,000bA	3,838bA	2,553cB	2,456cB	2,544bB				

T: capacidade de troca catiônica; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio; K⁺: potássio; Na⁺: sódio; Ca²⁺: cálcio; Mg²⁺: magnésio; SB: soma de bases. Letras maiúsculas nas colunas indicam unidades em estudo (Sistema Agroflorestal 1- SAF 1 e Sistema agroflorestal 2 – SAF 2.; Mata Nativa MN. Letras minúsculas nas linhas indicam camadas amostradas (0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m)

CONCLUSÃO

As Unidades de Manejo Agroflorestal SAF 1 e SAF 2 contribuíram para manutenção da qualidade do solo em condições superiores a Mata Nativa. Com maiores aportes de matéria orgânica do solo em relação a Mata Nativa

As Unidades de Manejo Agroflorestal SAF 1 e SAF 2 e Mata Nativa apresentaram atributos químicos favoráveis quanto a fertilidade do solo, para aos teores de cálcio, magnésio e potássio, com restrições, quanto aos teores de sódio trocável SAF 1 e SAF 2 e em menor proporção a Mata Nativa.

REFERÊNCIAS

- Ab'saber, A. N. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. *Estud. av.* [online]. v.13, n.36, pp. 7-59, 1999.
- Albuquerque, U. P.; Andrade, L. H. C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, v. 16, n. 3, 2002.
- Altieri, M. A.; Nicholls, C. I. A Implementação de uma estratégia de desenvolvimento agroecológico para agricultores familiares no Brasil. Berkely: Universidade. da Califórnia. Mimeo, 2003.
- Altieri, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. Ed. São Paulo, 2012.
- Altieri, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. Ed. São Paulo, 2012.
- Altieri, M. Agroecologia: princípios e estratégias para a elaboração de sistemas agrícolas sustentáveis. Encontro Nacional Sobre Pesquisa Em Agroecologia, 1999.
- Anderson, J. M.; Ingram, J. S. I. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. 2nd ed. Wallingford: CAB International, 171 p., 1993.
- Ângela kuster, J. Martí Ferré, Ingo Melchers. (org) Tecnologias apropriadas para terras secas - manejo sustentável dos recursos naturais em regiões semiáridas do nordeste do Brasil. Fundação Konrad Adenauer. Fortaleza. 206. 212p.
- Araújo Filho, J. A. Caatinga: agroecologia versus desertificação. *Ciência Hoje*, 2002. Araújo, A. J. R. P. et al. Desertificação e seca: contribuição da ciência e tecnologia para a sustentabilidade do semi-árido do Nordeste do Brasil. Recife: Nordeste, 2002.

Armando, S. M. Agrofloretação: Potencialidades e oportunidades para o semiárido. Palestra proferida para técnicos da ONG Centro Sabiá, Recife, 2002.

Bennet, R. J., Breen, C. M. The aluminium signal: new dimensions to mechanisms of aluminium tolerance. *Plant and Soil*, Netherlands, v.134, p.153-166, 1991.

Brady, N. C.; Weil, R. R. Arquitetura e propriedades físicas do solo. In: BRADY, N. C.; Weil, R. R. *The Nature and Properties of Soils*. 13. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. Cap. 1, p. 2-49.

Brandão, C. R. Pesquisa participante. São Paulo. Brasiliense. 1981.

Campos, B. C.; Reinert, D. J.; Nicolodi, R.; Ruedell, J.; Petrere, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 19, n. 1, p. 121-126, jan./abr. 1995.

Cantarella, H. Nitrogênio. In: Novais, R. F.; Alvarez V.; V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. Eds. *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. 6, p. 275-374.

Capítulo XI. In: *Química e mineralogia do solo, parte II. Aplicações*. Melo, V. F. & Alleoni,

Cavalcante, J. S. J; Portela, J. C; Silva, M. L. do N.; Silva, J. F. da; Arruda, L. E. V. de. Atributos físicos e químicos de solos em processo de sodificação no município de São Vicente-RN. *Revista Agropecuária Científica no Semiárido*. V. 9, n. 4, p. 93-101, 2013.

CORREIA, R. S. Recuperação de áreas degradadas pela mineração no cerrado. Manual para revegetação. Brasília. Universa, 2005. 186p.

D'almeida, D. M. B. A. D., Andrade, E.M; Meireles, A. C. M; NESS, R. L. \L. Importância relativa dos íons da salinidade de um cambissolo na chapada do Apodi – Ceará. *Engenharia*

agrícola, V 25, n.3, p. 615-621, 2005.

Dechen, A. R.; Nachtigall, G. M. Elementos requeridos a nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; Alvarez V.; V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. Eds. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. 2, p. 91-133.

Dias, N. da S.; Gheyi, H. R.; Duarte, S. N. Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais. Piracicaba: ESALQ/USP, 2003. 134p.

Dick, D. P.; Novotny, E. H., Dieckow, J. ; Bayer, C. Química da matéria orgânica do solo,

Donagema, Campos DVB, Calderano, Teixeira WG & Viana JHM, (2011). Manual de métodos de análise de solos. Embrapa Solos. Rio de Janeiro 230 p.

Duque, J. G. Perspectivas nordestinas. 2.ed.Fortaleza:BNB, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 624 p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Avaliação Participativa do Manejo de Agroecossistemas e Capacitação em Agroecologia, Utilizando Indicadores de Sustentabilidade Rápida e Fácil. 1. ed. Planaltina: EMBRAPA/CERRADOS, 2006. 43p.

Engel, V. L. Introdução aos Sistemas Agroflorestais. Botucatu: FEPAF, 1999.

Ernesto, S. F; Lira, R. B.; Souza, A. C. M. Pedologia: reconhecendo o ambiente. In: Dias, N. S.; Brígido, A. R. M.; Souza, A. C. M (Orgs.). Manejo e conservação dos solos e da água. São Paulo: Editora da Física, 2013. 288p.

Ferreira, M. M. Caracterização física do solo. In: Quirijn, J. V. L. Ed. Física do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. Cap. 1, p. 1-27.

Franco, F. S. Sistemas agroflorestais: uma contribuição para a conservação dos recursos

naturais na Zona da Mata de Minas Gerais. Universidade Federal de Viçosa, 160 p. (Tese de Doutorado). 2000.

Frazão, L. A.; Píccolo, M C.; Feigl, B. J; Cerri, C. C.; Cerri, C. E. P. Propriedades químicas de um neossolo quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, p.641-648, 2008.

Freire, O. Solos das regiões tropicais. Fundação de estudos e pesquisas agrícolas e florestais. Botucatu, FEPAF, 288p, 2006.

Ganem, R. S. (org) – Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2010.

Gliessman, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre, 2009.

Gnadlinder, J. A contribuição da captação de água de chuva para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro: uma abordagem focalizada no povo. 3º Simpósio sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva. Campina Grande, 2012.

Goedert, W. J.; Oliveira, S. A. Fertilidade do solo e sustentabilidade da atividade agrícola. In: Novais, R. F.; Alvarez V.; V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. Eds. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Cap. 18, p. 991-1017, 2007.

Gonzaga, M. I.; Dias, N. S. Qualidade do solo em agroecossistemas In: Dias, N. S.; Brígido, A. R. M.; Souza, A. C. M (Orgs.). Manejo e conservação dos solos e da água. São Paulo: Editora da Física, 288p. 2013.

Instituto de Planejamento do Ceará. Atlas do Ceará, 1989.

Kageyama, P. Y. Biodiversidade e Sistemas Agroflorestais. Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1998.

kämpf, N.; Curi, N. Conceito de solo e sua evolução histórica. In: KER, J. C. et al. Eds. Pedologia: Fundamentos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. Cap. 1, p.

Kiehl, E. J. Manual de edafologia. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

Klein, V. A. Densidade relativa - um indicador de qualidade física de um Latossolo Vermelho. R. Ci. Agrov., 5:26-32, 2006.

Leff, E. Agroecologia e saber ambiental. In: Revista de agroecologia e desenvolvimento sustentável, Porto Alegre, 2002.

Leff, E. Epistemologia ambiental. São Paulo: Cortez, 2002.

Libardi, P. L. Dinâmica da água no solo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012. 346p.

Marchiori Junior, M & Melo. W. J. Alteração na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetidos a diferentes manejos. Pesquisa Agropecuária Brasileira; v.35:p, 1177-1182, 2000.

Marin, A. M. P.; Menezes, R. S. C.; Silva, e.d.; Sampaio, V. S. B. Efeito da Gliricidia sepium sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistemas agroflorestal no Agreste Paraibano. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 555–564, mai./jun. 2006.

Melo, G. W. Adubação e manejo do solo para a cultura da videira. Disponível em:< <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viticultura/adubvid.html>> Acesso em: 17 fev. 2013.

Mendonça F AS, Xavier; Libardi, P. L, Assis Junior, N. R, Oliveira TS (coordenador). P. 31-57. 2004.

Menezes, J. M. T.; Van Leeuwen, J.; Valeri, S. V.; Cruz, M. C. P.; Leandro, R. C. Comparação Entre Solos Sob Uso Agroflorestal E Em Florestas Remanescentes Adjacentes, No Norte De Rondônia. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, V. 32, N. 2, P. 893-

898, Mar./Abr. 2008.

Meurer, E. J.; Fatores que influenciam o crescimento e desenvolvimento das plantas. In: Novais, R. F.; Alvarez V.; V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. Eds. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. 2, p. 65-90.

Montenegro, A. A. A.; Montenegro, S. M. G. Aproveitamento sustentável de aquíferos aluviais no semi-árido. In: Cabral, J. S. P.; Ferreira, J. P. C. L.; Montenegro, S. M. G. L.; Costa, W. D. (ed.) Tópicos Especiais em Recursos Hídricos, v.4. Recife: UFPE, 2004. 447p.

NAIR, P. K. R. An Evolucion of the Struture and Function of Tropical Homegardens. Agricultural Systems 21, 1986.

Nair, P. K. R. An introduction to agroforestry. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993.

Neto, A. E. F.; Siquera, J. O.; Curi, N.; Moreira, F. M. S. Fertilization in native especie reforatition. In Gonçalves, J. L. M e BENEDETTI, V.(Organizadores). Piracicaba. Forest nutrition and fertilization. Instituto de Pesquisas Florestais e Estudos Florestais, Il. São Paulo, 2004.

Oliveira, M. Os solos e o ambiente agrícola no sistema Piranhas-Assu, RN. 312 p. Tese. Universidade Federal de Viçosa, viçosa, 1988.

Oliveira, R. D de, Oliveira, M. D de. Pesquisa social e ação educativa: conhecer a realidade para poder transformá-la. In BRANDÃO, Carlos Rodrigues. Pesquisa participante. São Paulo. Brasiliense. 1981.

Primavesi, A. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo, Nobel, 547p. R.F., 2002.

Raij, B. V. Fertilidade do solo e adubação. Ceres, potafos, Piracicaba. 1991. p 163-179.

Rebouças, C. A. M, Portela J. C, Ernesto Sobrinho, F, Cavalcante J. SJ, Silva MLN, & Gondim J. E. F, Caracterização física, química e morfológica do solo em várzea do município de Florânia, RN. Agropecuária Científica no Semiárido, v.10, Campina grande, PB, p.134-142, (2014).

Região de Irauçuba, Norte do Estado do Ceará, Brasil. Iv Simpósio de Hidrogeologia do Nordeste, Abas, Anais, p. 191-201 eds. 2009.

Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez V. V. H. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 359p, 1999.

Ribeiro, M. R.; Barros, M. F. C.; Freire, M. B. G. S. Química dos Solos salinos e sódicos. In: Melo, V. F.; Alleoni, L. R. F. (Ed.). Química mineralogia do solo. Parte II – Aplicações. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. p 449-484.

Salton, J. C. Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical. 2005. 158f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2005.

Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. A.; Oliveira, J. B.; Coelho, M. R.; Lumberras, J. F. ; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, 306p, 2006.

Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. A.; Oliveira, J. B.; Coelho, M. R.; Lumberras, J. F.; Cunha, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. 306, Brasília: Embrapa, 2013.

Silva, I. V.; Mendonça, E. D. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V.; V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. Eds. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. 6, p. 275-374.

Silva, M. L. do N.; Portela, J. C.; Cavalcante, J. S. J.; Rebouças, C. A. M; Dias, N. da S. Topossequência de Neossolos na zona rural de Florânia, Rio Grande do Norte. Agropecuária científica no Semiárido, Campina Grande, PB. V. 10, n. 1, p. 22 - 32, jan – mar , 2014.

Silva, R. M. A. Entre o Combate à Seca e a Convivência com o Semiárido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2008.

Silva. J. R. C. Erodibilidade dos solos do Ceara: distribuicao espacial e avaliacao de metodos de determinacao. 1994. Tese (Professor Titular) – Universidade Federal do Ceara, Fortaleza.

Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro. Disponível em <<http://www.insa.gov.br/censosab/publicação/palestra>> acessado em: 20 de agosto de 2014.

Sousa, D. M. G. de S.; Miranda, L.N.; Oliveira, S. A. Acidez do solo e sua correção In: Novais, R. F.; Alvarez V.; V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. Eds. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. 5, p. 205-275.

STEVENSON, F. J. Humus Chemistry: genesis, composition, reactions. 2. ed. New York: John Wiley, 1994. 496 p.

Tomé Júnior, J. B. Manual para interpretação de análise de solo. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

Van raij, B. Fertilidade do Solo e Adubação. Piracicaba: Ceres / POTAFOS, 1991. 343p.

Veríssimo, L. S. & Feitosa, F. A. C – 2001. Características Das Águas Subterrâneas Na Verrissimo, S.L ; Feitosa A. C. F. As águas subterrâneas no nordeste do Brasil. Região de Irauçuba-Estado do Ceara, 2002. d

Xavier, F. A. da S; Maia, S. M. F; Oliveira, T. S ; Mendonça, E. de S. Compartimento da matéria orgânica do solo em sistemas agrícolas orgânicos e convencional na Chapada da Ibiapaba-CE. In: Solo e Água: Aspectos de uso e manejo.Org. Eduardo de Sá Mendonça,

Francisco Alisson da Silva Xavier; Paulo Leonel Libardi; Raimundo Nonato de Assis Junior; Teógenes Senna de Oliveira (coorenador). P. 31-57. 2004.