

Cleire Lima da Costa Falcão
Simone Ferreira Diniz
Marcos Venícios Ribeiro Mendes

AGROECOSSISTEMAS DO SEMIÁRIDO USO, MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO



2020

IV FÓRUM BRASILEIRO DO SEMIÁRIDO



AGROECOSSISTEMAS DO SEMIÁRIDO USO, MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

Cleire Lima da Costa Falcão
Simone Ferreira Diniz
Marcos Venícios Ribeiro Mendes



2020
Sobral, Ceará

2020 - by Cleire Lima da Costa; Simone Ferreira Diniz; Marcos Venícios Ribeiro Mendes. Direitos reservados ao IV Fórum Brasileiro do Semiárido e Grupo de Pesquisa e Extensão do Semiárido/CNPq

3

IV FÓRUM BRASILEIRO DO SEMIÁRIDO

Grupo de Pesquisa e Extensão do Semiárido/Programa de Pós-Graduação em Geografia. Centro de Ciências Humanas/CCH.

Av. John Sanford, 1845 – Campus Junco, Sobral/CE

CAPES – CNPq – FUNCAP

Coordenação do IV Fórum Brasileiro do Semiárido

Prof. Dr. José Falcão Sobrinho

UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ-UVA PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO E CULTURA-PROEX

Prof. Dr. Luiz Antônio Araújo Gonçalves

Conselho Científico

Cleire Lima da Costa Falcão, Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque, Emilio Tarlis Mendes Pontes, Ernane Cortez Lima, Francisco Nataniel Batista de Albuquerque, Jander Barbosa Monteiro, Jose Falcão Sobrinho, Juliana Maria Oliveira Silva e Simone Ferreira Diniz

Dados Internacionais da Catalogação na Publicação

Sistema de Bibliotecas

Costa Falcão, Cleire Lima da

Agroecossistemas do semiárido: uso e manejo e conservação do solo / Cleire Lima da Costa Falcão, Simone Ferreira Diniz e Marcos Venícios Ribeiro Mendes. -- Sobral: PROEX/UVA, 2020. 144p.

ISBN 978-65-992869-8-8

Grupo de Pesquisa e Extensão do Semiárido/CNPq

1. Pedologia. 2. Semiárido. 3. Agroecossistema.
I. Diniz, Simone Ferreira. II. Mendes, Marcos Venícios
Ribeiro. III. IV Fórum Brasileiro do Semiárido. IV. Título.

CDU 631

Capa e Editoração: Eder Oliveira

As informações, citações e a revisão textual são de responsabilidade exclusiva dos autores

Sumário

Alterações em alguns atributos químicos do solo decorrentes da fertirrigação de biofertilizante em bananeira após três ciclos de cultivo (8)

Monikuely Mourato Pereira, Eugênio Ferreira Coelho, Hélio Gondim Filho e Ana Lúcia Borges

As vertentes, os usos do solo e a proposta de zoneamento da serra de Uruburetama, Ceará - Brasil (16)

José Nelson do Nascimento Neto, José Falcão Sobrinho e Cleire Lima da Costa Falcão

Avaliação de clones de pinhão manso em resposta às épocas de produção e solos de tabuleiros costeiros (25)

José Renato Oliveira Mascarenhas, Simone Alves Silva, Monikuely Mourato Pereira e Hélio Gondim Filho

Agrofloresta: uma alternativa eficaz na conservação do solo no semiárido brasileiro. (37)

Aliriane Brito da Silva; Cleanto Carlos Lima da Silva.

Análise das unidades geológico-ambientais para a constituição do mapa de solos porosos no Ceará (45)

Ana Raina Carneiro Vasconcelos, Ana Dêgyla Carneiro Vasconcelos, Andrezza da Silva Lima, Vanda Tereza Costa Malveira

Classificação textural de solo em arraste no bioma caatinga (54)

Jacques Carvalho Ribeiro Filho; Janiely Pereira da Silva; Helba Araújo de Queiroz Palácio; José Bandeira Brasil.

Composição química de resíduos orgânicos de origem animal do município de Guaraciaba do Norte, CE. (61)

Luiz das Chagas Filho; José Roberto de Sá; Maria Cristina Martins Ribeiro de Souza; Dimitri Matos da Silva.

Estoques totais de carbono e nitrogênio e relação c/n superficial em perfis de solo em um gradiente de aridez no semiárido (69)

José de Souza Oliveira Filho; Renata de Oliveira Lopes; Mariana de Oliveira Araújo; Matheus Silva Magalhães.

Estratégias para melhoria das condições do solo e de produção na agricultura familiar camponesa. (78)

Susana Churka Blum; Francisco Lopes Evangelista; Gabriel José Lima da Silveira; Lucas Gomes de Souza.

Estudo ambiental como instrumento para a recuperação de áreas degradadas no semiárido. (88)

Elana de Almeida Pessoa; Camila Karla Galindo; Emanoeli Freire; Francisca Edineide Barbosa

Influência de doses de biofertilizante nos atributos biológicos do solo no cultivo da bananeira 'brs platina' (95)

Monikuely Mourato Pereira, Eugênio Ferreira Coelho, Hélio Gondim Filho e Francisco Éder Rodrigues de Oliveira

Influência da utilização de biofertilizantes sobre a produção de biomassa da raiz e da parte aérea de pimentão (103)

Ricardo Leoni Gonçalves Bastos, Daniela Andreska da Silva, Ícaro Matheus Lima Maia e Thales Vinícius de Araújo Viana

Metodologias para avaliação da densidade do solo (113)

Antonio Oligerson Silva; Maria Cristina Martins Ribeiro de Souza; Francisco José Carvalho Moreira; Dimitri Matos Silva.

Sistema de preparo do solo sobre a densidade e profundidade de raízes de plantas de pinhão manso cultivadas em solos de tabuleiro costeiro do estado da Bahia (122)

José Renato Oliveira Mascarenhas, Simone Alves Silva, Monikuelly Mourato Pereira e Helio Gondim Filho

Uso e manuseio: a agricultura familiar nos distritos de Santa Bárbara, Alcântaras-CE e Rafael Arruda, Sobral-CE (137)

Girlan Aragão da Silva; Rodrigo Vieira da Silva; Analine Maria Martins Parente.

Apresentação

O IV Fórum Brasileiro do Semiárido é um evento realizado desde o ano de 1999, estando em sua 4ª edição, promovido pela Universidade Estadual Vale do Acaraú/UVA, é organizado por um grupo de pesquisadores vinculados às instituições de ensino superior que investigam e desenvolvem trabalhos na área de pesquisa e extensão no semiárido. O Grupo de Pesquisa e Extensão do Semiárido (CNPq) lidera a iniciativa, contando com a participação colegiada do curso do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UVA.

O evento reservou como tema principal “**Educação, Tecnologias e Técnicas de Convivência no Semiárido**” e reuniu profissionais de todo o país que se dedicam à pesquisa no ambiente semiárido e atuam nas áreas do ensino, pesquisa e extensão em instituições públicas, privadas e organizações governamentais e não governamentais.

A discussão do tema proposto possibilitou a difusão do conhecimento do semiárido em uma perspectiva de integração natureza e sociedade, estimulando a articulação e a troca de ideias, informações, experiências e conhecimentos entre os participantes do Fórum, formado por geógrafos, agrônomos, biólogos, engenheiros, geólogos e pedagogos, professores, pesquisadores, acadêmicos e profissionais das demais áreas voltadas para a temática do semiárido a nível nacional e internacional.

A realização do evento, em área encravada no ambiente semiárido, e, em meio as instituições que desenvolvem tecnologias voltadas ao semiárido, é, também, uma oportunidade para divulgação das pesquisas, ações relacionadas às técnicas e a conservação da natureza desse ambiente, com foco em suas potencialidades, limitações e fragilidades, sem perder o foco do contexto cultural que emerge na dinâmica da realidade da região Nordeste.

Neste contexto resultou a presente obra, “*Agroecossistemas do semiárido: uso, manejo e conservação do solo*”, reunindo pesquisas realizadas em campo e laboratório, despertando para a realidade do semiárido nos diversos olhares.

O livro propicia a promoção da discussão de temas concernentes ao desenvolvimento de tecnologias de convívio com o ambiente semiárido por meio dos agentes de divulgação/promoção do conhecimento, das aplicações de práticas e inovadoras na condução de pesquisas e a extensão de ações sobre a realidade do ambiente.

Prof. Dr. José Falcão Sobrinho
Coordenador do IV FBSA

Prefácio

É com imensa satisfação a participação e contribuição para a publicação desta obra, onde expressa o potencial científico dos pesquisadores e acadêmicos da região nordeste do país. Região com semiaridez, que apresenta diversas configurações, quanto aos aspectos naturais da região os solos são bastantes diversificados, o que denota potencialidade e limitações, assim como o uso e ocupação.

O potencial e desenvolvimento científico desta região pode ser verificado neste livro a partir da produção de artigos dos professores e alunos dedicados as pesquisas em âmbito local e nacional. Apesar destas limitações, a região possui grandes pesquisas científicas que fomentam o desenvolvimento regional.

Portanto, o livro “*agroecossistemas do semiárido uso, manejo e conservação do solo*” apresenta no total 16 artigos que versam sobre aspectos naturais, econômicos e sociais de diversas paisagens. Tais aspectos são discutidos nas pesquisas voltadas as questões ambientais, perpassando nos mais diversos saberes.

O artigo de abertura, versa sobre as *alterações em alguns atributos químicos do solo decorrentes da fertirrigação de biofertilizante em bananeira após três ciclos de cultivo*, seguido de outros com a mesma perspectiva como, *atributos físicos do solo com o uso de biofertilizante; influência de doses de biofertilizante nos atributos biológicos do solo no cultivo da bananeira ‘brs platina’; influência da utilização de biofertilizantes sobre a produção de biomassa da raiz e da parte aérea de pimentão, expressando que* são fundamentais para auxiliar o cultivo de plantas saudáveis sem que ocorra nenhum impacto no ecossistema.

Associado ao uso do solo, temos os artigos, *as vertentes, os usos do solo e a proposta de zoneamento da serra de Uruburetama, Ceará – Brasil; estudo ambiental como instrumento para a recuperação de áreas degradadas no semiárido; agrofloresta: uma estratégia eficaz na conservação do solo no semiárido Brasileiro; Uso e manuseio: a agricultura familiar nos distritos de Santa Bárbara, Alcântaras-CE e Rafael Arruda, Sobral- CE; estratégias para melhoria das condições do solo e de produção na agricultura familiar camponesa que* retratam a maneira pela qual o espaço geográfico está sendo ocupado pelas atividades exercidas pelo ser humano.

Relacionando as características dos solos do semiárido brasileiro, associando as culturas desenvolvidas em cada ambiente, tem-se os artigos; *avaliação de clones de pinhão manso em resposta às épocas de produção e solos de tabuleiros costeiros; metodologias para avaliação da densidade do solo; sistema de preparo do solo sobre a densidade e profundidade de raízes de plantas de pinhão manso cultivadas em solos de tabuleiro costeiro do estado da Bahia; análise das unidades geológico-ambientais para a constituição do mapa de solos porosos no Ceará; classificação textural de solo em arraste no bioma caatinga; composição química de resíduos orgânicos de origem animal do município de Guaraciaba do Norte, CE; estoques totais de carbono e nitrogênio e relação c/n superficial em perfis de solo em um gradiente de aridez no semiárido, trabalho que* apresenta uma discussão das características e das culturas com o manejo adequado e fertilidade do solo mediante correções e adubações apropriadas, assim como o potencial litológico que se torna alicerce estrutural da região, armazenando uma diversidade mineralógica e capacidade de armazenamento d’água devido ao alta grau de porosidade que esses solos possuem, e que os mesmos possuem poder de reter água que dá suporte no período de escassez, além dessa região possuir grande diversidade florísticas que forma o bioma caatinga.

Desejamos uma boa leitura nesta que é uma rica fonte de pesquisa.

Os organizadores

AGROECOSSISTEMAS DO SEMIÁRIDO: USO, MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO - ISBN 978-65-992869-8-8

ALTERAÇÕES EM ALGUNS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO DECORRENTES DA FERTIRRIGAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE EM BANANEIRA APÓS TRÊS CICLOS DE CULTIVO

Monikuelly Mourato Pereira
Eugênio Ferreira Coelho
Hélio Gondim Filho
Ana Lúcia Borges

INTRODUÇÃO

O crescimento adequado das plantas depende da quantidade e disponibilidade adequada dos nutrientes no solo. Naturalmente, os solos contêm reservas naturais de elementos essenciais para o desenvolvimento dos vegetais, entretanto, grande parte desses elementos pode encontrar-se na forma indisponível para as plantas sendo liberada apenas uma pequena porção por meio da atividade biológica ou de processos químicos. Esta liberação é muito lenta para compensar a remoção dos nutrientes pela produção agrícola e atender a demanda nutricional das culturas. Diante desse balanço negativo, faz-se necessário à aplicação de fertilizantes para assegurar a nutrição adequada às plantas (CHEN et al., 2006).

O aumento da população mundial representa uma ameaça à segurança alimentar, pois, as terras agricultáveis são limitadas e estão até mesmo sendo reduzidas. Dessa forma, é essencial que a produtividade agrícola seja aumentada nas próximas décadas para atender à grande demanda por alimentos pela população emergente (MAHANTY et al., 2016). A agricultura convencional desempenha um papel importante no atendimento das demandas alimentares da população humana crescente, o que também tem ocasionado uma maior dependência de fertilizantes químicos e agrotóxicos (BHARDWAJ et al., 2014) e faz os agricultores negligenciar a manutenção da matéria orgânica do solo com consequente diminuição da sua fertilidade.

Uma das alternativas para aumentar a matéria orgânica do solo é o uso de biofertilizantes. A inclusão de biofertilizante nos programas de fertilização das culturas melhora a disponibilidade a ciclagem dos nutrientes, a decomposição dos resíduos das culturas, a diversidade da população microbiana, melhorando a qualidade química do solo e a produção das culturas. Além disso, ajuda a reduzir a demanda por fertilizantes químicos (SINGH et al., 2016). Diversos estudos apontam o efeito benéfico da aplicação de biofertilizante nos atributos químicos do solo. No entanto, ainda são poucas informações sobre a influência das doses associadas com a frequência de aplicação de biofertilizante.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes frequências de aplicação e doses do biofertilizante 'Vairo' em um Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico nos atributos químicos do solo cultivado com a bananeira 'Grande Naine'.

REVISÃO DE LITERATURA

Influência da aplicação de biofertilizante nos atributos químicos do solo

Nos séculos XVIII e XIX na agricultura utilizavam-se tecnologias como rotação de culturas e integração entre produção vegetal e animal e respeitavam o ambiente. A partir do século XIX, com o advento da química agrícola, passou a respeitar as leis da natureza e o ápice foi o advento da Revolução verde com aumento da produtividade visando solucionar o problema da fome mundial. Vários problemas apareceram como concentração de riquezas, disparidades regionais. Assim,

movimentos de agricultura alternativa surgiram e as pesquisas mostraram a viabilidade tecnológica e econômica de novos sistemas de produção (PENA, 2019).

Os fertilizantes químicos são manipulados industrialmente e compostos por quantidades conhecidas de nitrogênio, fósforo e potássio (BHARDWAJ et al., 2014). O aumento populacional demanda cada vez mais a produção de alimentos e o uso de fertilizantes químicos, o que tem causado a poluição do ar, da atmosfera e das águas subterrâneas, como resultado da eutrofização dos corpos d'água (YOUSSEF; EISSA, 2014) e a diminuição da qualidade e da fertilidade do solo.

Nos países que estão na faixa equatorial, a baixa fertilidade do solo é a principal limitação para a produção das culturas (MOHAMMADI; SOHRABI, 2012). A manutenção e a melhoria da qualidade do solo são os principais fatores para a obtenção de estabilidade, produtividade e sustentabilidade dos agroecossistemas. Os fertilizantes orgânicos melhoram os atributos físicos, químicos e biológicos de quase todos os tipos de solo, ajustando o pH, aumentando a solubilidade dos nutrientes e a produção das plantas (BAIEA; EL-GIOUSHY, 2015).

Os biofertilizantes são produtos contendo células vivas de diferentes organismos que têm capacidade de converter elementos nutricionalmente importantes de indisponíveis para formas disponíveis por meio de processos biológicos (ITELIMA et al., 2018). Os microrganismos que são mais usualmente encontrados nos biofertilizantes incluem fixadores de nitrogênio, solubilizadores de potássio e fósforo, rizobactérias promotoras de crescimento (PGPRs), fungos e ectomicorrízicos, cianobactérias e outros microrganismos úteis (ITELIMA et al., 2018).

A qualidade química do solo é um dos fatores mais rapidamente afetado pelos processos de degradação. O pH, a capacidade de troca catiônica, a condutividade elétrica do solo, teores de macro e micronutrientes e os estoques de matéria orgânica do solo estão entre os atributos químicos do solo que são influenciados pelo tipo de uso da terra e utilizados como indicadores de qualidade do solo (GOMES; FILIZOLA, 2006).

O conteúdo de matéria orgânica é um indicador essencial da qualidade e fertilidade do solo (HAYNES, 2005). A matéria orgânica é um dos componentes do solo mais importantes para seus atributos físico-químicos, como sua capacidade sortiva e poder tampão bem como sua biodiversidade e atividade biológica. A matéria orgânica influencia positivamente a funcionalidade do solo sendo necessário a manutenção do seu conteúdo ou adição quando necessário (LAL, 2011).

Estudos têm sido realizados para investigar os efeitos da aplicação de biofertilizante nos atributos químicos do solo. Silva et al. (2008) observaram incremento de Ca^{2+} trocável de 0,0113 cmol_c após seis anos de aplicação de doses de esterco bovino (0, 30, 60 e 90 m³ ha⁻¹ ano⁻¹) em um Latossolo Bruno sob sistema de produção de plantio direto e rotação de culturas de inverno e verão (sorgo/aveia-preta/milho/azevém/milho/azevém). Em estudo conduzido por Matos et al. (2015) foi constatado que a aplicação de doses de biofertilizante bovino (2,5; 5,0; 10,0 e 15,0 t ha⁻¹) na cultura do sorgo aumentou os teores de bases no solo quanto comparadas a adubação mineral. Entretanto, Bócoli et al. (2016) analisando os efeitos de seis doses de biofertilizante suíno (0; 40; 80; 120; 160; 200 e 240 m³ ha⁻¹) e constaram que o uso de biofertilizantes não alterou os atributos químicos do solo.

Especificamente, para a cultura da bananeira, Souza (2016) avaliando os efeitos da cobertura morta, associada à fertirrigação, sobre os atributos químicos de um solo cultivado com a cv. BRS Princesa verificou que a associação de cobertura morta e fertirrigação melhoraram a os teores de nutrientes com aumento da SB e da CTC. Por outro lado, Melo et al. (2016) avaliaram o efeito de

doses de substâncias húmicas sobre os atributos químicos de um solo cultivado também com a BRS Princesa e não observaram efeitos significativos da fertirrigação com substâncias húmicas sobre os atributos químicos do solo, crescimento e rendimento da banana.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e condução experimental

O estudo foi conduzido na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, com coordenadas geográficas 12°40'19"S; 39°06'22"W; 225 m, no período de julho de 2015 a julho de 2018. O solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico, (EMBRAPA, 1993, atualizado por Santos et al., 2018). O clima é classificado como tropical úmido (Af) segundo a classificação de Köppen, com ocorrência de precipitação em quase todos os meses do ano (ALVARES et al., 2014).

O delineamento experimental utilizado no experimento foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 5. Os tratamentos consistiram em três frequências de aplicação (F1=15, F2=30 e F3=45 dias) e cinco doses do biofertilizante tipo 'Vairo' (0, 100, 180, 280 e 375 mL planta⁻¹), totalizando 15 tratamentos com três repetições, com seis plantas úteis por tratamento.

A cultivar utilizada no estudo foi a 'Grande Naine' (AAA), cujas mudas micropropagadas foram plantadas no espaçamento de 2,5 x 2,5 m, com uma densidade de 1.600 plantas ha⁻¹ em covas de 0,4 x 0,4 x 0,4 m.

O biofertilizante foi preparado em reservatórios plásticos com capacidade para 200 L, utilizando-se os seguintes ingredientes: 80 L de esterco bovino e 80 L de água. O biofertilizante foi aplicado pelo método de irrigação localizada, do tipo gotejamento sendo utilizados arranjos com uma linha lateral de gotejamento por fileira de plantas, com três emissores autocompensantes de 4 L h⁻¹ por planta, com um emissor junto à planta e outros dois espaçados de 0,5 m do primeiro.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativos os dados obtidos a partir das frequências de aplicação aplicou-se teste de média e os dados obtidos a partir das doses de biofertilizante foram submetidos a análise de regressão utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

Coleta e preparo de amostras de solo para análises químicas

As coletas das amostras de solo foram realizadas por parcela ao final de cada ciclo de produção, sendo que três subamostras deformadas formaram uma amostra composta. As amostras foram coletadas a 0,30 m de distância da planta e na profundidade de 0,20 m, com auxílio de um trado tipo holandês. As amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos, posteriormente foram peneiradas (2 mm) e encaminhadas ao Laboratório de Química do Solo da Embrapa Mandioca e Fruticultura para análises químicas, segundo metodologia da Embrapa (TEIXEIRA et al., 2017).

Os teores de fósforo (P) (mg dm⁻³) foram extraídos com solução de Mehlich-1 (TEIXEIRA et al., 2017).

Os cátions trocáveis foram analisados conforme Teixeira et al. (2017), sendo o Ca e Mg extraídos com solução de cloreto de potássio (KCl) (1 mol L⁻¹). Os teores de cálcio e magnésio (Ca e Mg) (cmol_c dm⁻³) foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

Os teores de potássio e sódio (K) ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) foram extraídos com solução de Mehlich-1 e determinados por fotometria de emissão de chama (TEIXEIRA et al., 2017).

Os teores de matéria orgânica do solo (MOS) (g kg^{-1}) foram determinados a partir da solução de dicromato e ácido sulfúrico (H_2SO_4) com agitação de 5 minutos e tempo de reação de 16 h. A leitura foi realizada por colorimetria (TEIXEIRA et al., 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra o resumo da análise de variância para os atributos químicos do solo na profundidade de 0-0,20 m ao final de três ciclos da bananeira 'Grande Naine'. Todos os atributos foram influenciados significativamente ($p < 0,05$) pelo fator isolado ciclo. Para todas as interações duplas, verifica-se que apenas a interação frequência x dose foi significativa, afetando apenas os atributos magnésio (Mg) ($p < 0,05$).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância com os quadrados médios, significâncias e coeficientes de variação para os atributos químicos do solo na profundidade de 0-0,20 m em três ciclos da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2018

FV	GL	P	K	Ca	Mg	MOS
Bloco	2	1254,23 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,05 ^{ns}	34,90 ^{ns}
Ciclo (C)	2	2004,54**	1,17*	6,16*	0,29*	480,36**
Erro1	1	445,76	0,55	0,58	0,1	59,94
Frequência (F)	2	609,92 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,03 ^{ns}	7,12 ^{ns}
Erro2	2	1278,25	0,07	0,1	0,07	67,23
Dose (D)	4	401,93 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,02 ^{ns}	7,64 ^{ns}
CxD	8	162,69 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,01 ^{ns}	5,09 ^{ns}
FxD	8	171,48 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,06*	4,20 ^{ns}
CxFxD	16	469,24 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,03 ^{ns}	4,95 ^{ns}
Erro3	3	28515,78	1,47	12,04	2,26	578,27
CV1 (%)		22,52	118,34	16,04	13,86	26,9
CV2 (%)		38,13	41,85	6,63	11,27	28,48
CV3 (%)		39,3	42,37	15,93	14,24	18,23

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; * = Significância ($p < 0,05$); ** = Significância ($p < 0,01$); ^{ns} = Não significativo pelo teste F; CV = Coeficiente de variação; F = Frequência de aplicação do biofertilizante; D = Dose do biofertilizante; P = Fósforo (mg dm^{-3}); K = Potássio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$); Ca = Cálcio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$); Mg = Magnésio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$); MOS = Matéria orgânica do solo (g kg^{-1}).

Considerando os três ciclos consecutivos de cultivo, observou-se que o P não foi afetado no primeiro e segundo ciclo de produção, no entanto, diminuiu significativamente no terceiro ciclo de produção, apresentando teores médios de ($49; 51$ e 39 mg dm^{-3}) para o primeiro, segundo e terceiro ciclo, respectivamente (Tabela 2), sendo superior ao limite adequado para a bananeira (30 mg dm^{-3}) de acordo com Borges et al.(2016). Scherer et al. (2007), avaliaram as propriedades químicas de um Latossolo Vermelho cultivado com milho, verificaram que a aplicação de esterco de suínos em superfície (sem incorporação) teve efeito positivo apenas nos teores de P das camadas superficiais, corroborando com o presente estudo.

Tabela 2 - Teores médios de P (mg dm^{-3}) na profundidade de 0-0,20 m, em três ciclos da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2015/2018

Ciclos	P
1º	49,53 a
2º	51,82 a
3º	39,29 b
Dms	7,93

P = Fósforo (mg dm^{-3}); médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O K aumentou significativamente do primeiro para o segundo ciclo de cultivo, diminuindo novamente no terceiro, porém não diferindo de forma significativa do segundo ciclo (Tabela 3).

Tabela 3 - Teores médios de potássio (K) ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) na profundidade de 0-0,20 m, em três ciclos da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2015/2018

Ciclos	K
1º	0,21 b
2º	0,50 a
3º	0,23 ab
Dms	0,28

K = Potássio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$); médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Considerando-se a profundidade do solo estudada de 0-0,20 m e os critérios de interpretação dos atributos químicos do solo em função do cultivo da bananeira, propostos por Borges et al. (2016), o teor de Ca foi considerado dentro da faixa adequada de 2,5 a 4,8 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, verificando-se uma tendência de diminuição significativa correspondente aos valores médios de 2,80 e 2,18 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ no primeiro e segundo ciclo, respectivamente. Todavia do segundo para o terceiro ciclo o mesmo não foi afetado significativamente (Tabela 4). O contrário ocorreu na pesquisa de Silva e Carvalho (2005) que aplicando irrigação com águas calcárias e doses de biofertilizante encontraram teores de cálcio sete vezes acima do valor considerado alto (27,5 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), atribuíram essa resposta aos tratamentos, mas sem definir qual teria sido o que proporcionou esse efeito, as águas calcárias ou o efeito do biofertilizante, podendo ainda ser a combinação de ambos.

Analisando-se ainda o teor de Ca dentro da relação $\text{Ca}/(\text{K}+\text{Ca}+\text{Mg})$ verificou-se que esses elementos se encontram em proporções adequadas, com valores no intervalo entre 0,6 a 0,8 considerado ideal para essa relação (BORGES et al., 2016), portanto, há indícios de que não houve competição com o Mg e K por sítios de absorção da raiz.

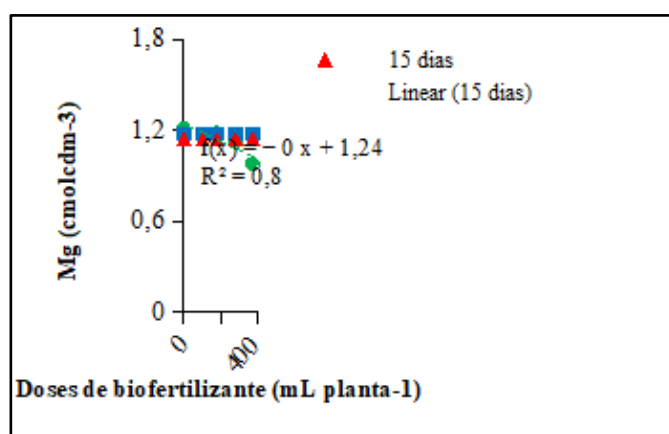
Tabela 4 - Teores médios de cálcio (Ca) ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) na profundidade de 0-0,20 m, em três ciclos da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2015/2018

Ciclos	Ca
1º	2,80 a
2º	2,18 b
3º	2,15 b
Dms	0,29

Ca = Cálcio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$); médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Observa-se que para os teores de Mg houve ajuste matemático dos dados apenas para a frequência de 45 dias (Figura 1). Quando o biofertilizante foi aplicado nesta frequência, o Mg diminuiu 4,8% $\text{Mg cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ por aumento unitário na dose.

Figura 1 - Teores de magnésio (Mg) ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) em função da aplicação de doses de biofertilizante e frequências de aplicação de 15, 30 e 45 dias. Cruz das Almas, BA, 2018



O aumento na atividade microbiana intensifica a mineralização da MOS, principalmente das formas prontamente lábeis, causando diminuição nos teores de MOS de acordo com Maia e Cantarutti (2004). O que provavelmente explica o que ocorreu na presente pesquisa, em que a MOS diminuiu significativamente quando comparado à sucessão dos ciclos (Tabela 5).

Tabela 5 - Teores médios de matéria orgânica do solo (MOS) (g kg^{-1}) na profundidade de 0-0,20 m, em três ciclos da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA,

Ciclos	MOS
1º	49,53 a
2º	51,82 a
3º	39,29 b
Dms	7,93

2015/2018

MOS = Matéria orgânica do solo (g kg^{-1}); médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os atributos químicos do solo se apresentaram dentro dos limites considerados adequados para o cultivo da bananeira ‘Grande Naine’. As doses do biofertilizante ‘Vairo’ provocaram alterações nos atributos químicos do solo cultivado com a bananeira ‘Grande Naine’.

Agradecimentos: A FAPESB pela concessão da bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2014.
- BAIEA, M. H. M.; EL-GIOUSHY, S. F. Effect of some different sources of organic fertilizers in presence of Bio-fertilizer on growth and yield of banana cv. Grande Naine plants. **Middle East Journal of Agriculture Research**, v.4, p.745-753, 2015.
- BHARDWAJ, D.; ANSARI, M. W.; SAHOO, R. K.; TUTEJA, N. Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. **Microbial cell factories**, v.13, p.1-10, 2014.
- BÓCOLI, M. E.; MANTOVANI, J. R.; MIRANDA, J. M.; MARQUES, D. J.; SILVA, A. B. D. Soil chemical properties and maize yield under application of pig slurry biofertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, p.42-48, 2016.
- BORGES, A. L.; da SILVA, J. T. A.; OLIVEIRA, A. M. G.; D'OLIVEIRA, P. S. Nutrição e adubação. In: FERREIRA, C. F.; SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. **O agronegócio da banana** - Brasília, DF. Embrapa, 832p.; 2016, Cap.11, p.331-398.
- CHEN, H. J. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. In: **International workshop on sustained management of the soil-rhizosphere system for efficient crop production and fertilizer use**. Land Development Department Bangkok, Thailand, 2006. p.20.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (Cruz das Almas, BA). **Levantamento detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas: 1993. 126 p. (Embrapa-CNPMPF. Boletim de Pesquisa, 7).
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.
- GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F. **Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola**. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, 2006, 8p.
- HAYNES, R. J. Labile Organic Matter Fractions as Central Components of the Quality of Agricultural Soils: An Overview. **Advances In Agronomy**, v.85, p.221-268, 2005.
- ITELIMA, J. U.; BANG, W. J.; SILA, M. D.; ONYIMBA, I. A.; EGBERE, O. J. A review: Biofertilizer - A key player in enhancing soil fertility and crop productivity. **Microbiol Biotechnol Rep**, v.2, p.22-28, 2018.
- LAL, R. Sequestering carbon in soils of agro-ecosystems. **Food Policy**, v.36, p.533-539, 2011.
- MAHANTY, T.; BHATTACHARJEE, S.; GOSWAMI, M.; BHATTACHARYYA, P.; DAS, B.; GHOSH, A.; TRIBEDI, P. Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development. **Environmental Science and Pollution Research**, v.24, p.3315-3335, 2016.

MAIA, C. E.; CANTARUTTI, R. B. Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral e contínua na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, p.39-44, 2004.

MATOS, F. C.; PINHEIRO, M. F. E.; PAES, L. J.; LIMA, E.; MARQUES, S. A.; CAMPOS, B. V. D. Efeito da aplicação de biofertilizante de dejetos de bovino no solo e cultura do sorgo. In: 10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural, 2015, São Paulo. **Anais (...)** AGRENER, 2015.

MELO, D. M. D.; COELHO, E. F.; BORGES, A. L.; PEREIRA, B. L. D. S.; CAMPOS, M. S. Agronomic performance and soil chemical attributes in a banana tree orchard fertigated with humic substances1. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.46, p.421-428, 2016.

MOHAMMADI, K.; SOHRABI, Y. Bacterial bio-fertilizers for sustainable crop production: A review. **Journal of Agricultural and Biological Science**, v.7, p.237-308, 2012.

PENA, R. F. A.; "Evolução da agricultura e suas técnicas"; *Brasil Escola*. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/evolucao-agricultura-suas-tecnicas.htm>>. Acesso em 06 de abril de 2019.

SANTOS, H. G dos.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C do.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R.; CUNHA, T. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 530 p.

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; NESI, C. N. Propriedades químicas de um latossolo vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v.31, p.123-131, 2007.

SILVA, J. C. P. M.; MOTTA, A. C. V.; PAULETTI, V.; FAVARETTO, N.; BARCELLOS, M.; OLIVEIRA, A. S.; VELOSO, C. M.; SILVA, L. F. C. Esterco líquido de bovinos leiteiros combinado com adubação mineral sobre atributos químicos de um Latossolo Bruno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.2563-2572, 2008.

SILVA,.; CARVALHO, J. G. Avaliação nutricional da bananeira “Prata-Anã” (AAB), sob irrigação, no semiárido no Norte de Minas Gerais, pelo método DRIS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.4, p. 731-739, jul/ago. 2005.

SINGH, M.; DOTANIYA, M. L.; MISHRA, A.; DOTANIYA, C. K.; REGAR, K. L.; LATA, M. Role of biofertilizers in conservation agriculture. In: **Conservation Agriculture**. Springer, Singapore, 2016. p.113-134.

SOUZA, L.; da S.; BORGES, A. L.; SILVA, J. T. da. Manejo e conservação In: FERREIRA, C. F.; SILVA; S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. **O agronegócio da banana** - Brasília, DF. Embrapa, 832p.; 2016, Cap.10, p.279-330.

TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo** – 3. ed. rev. e ampl.– Brasília, DF : Embrapa, 2017. 573 p. il. color. ISBN 978-85-7035-771 -7

YOUSSEF, M. M. A.; EISSA, M. F. M. Biofertilizers and their role in management of plant parasitic nematodes: A review. **Biotechnology Pharmaceutical Resources**, v.1, p1-6, 2014.

AS VERTENTES, OS USOS DO SOLO E A PROPOSTA DE ZONEAMENTO DA SERRA DE URUBURETAMA, CEARÁ - BRASIL

16

José Nelson do Nascimento Neto
José Falcão Sobrinho
Cleire Lima da Costa Falcão

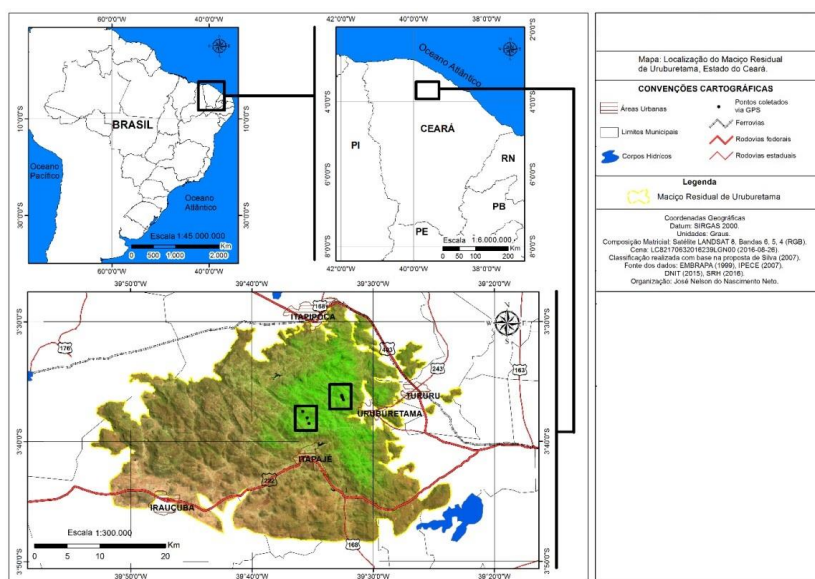
INTRODUÇÃO

As formas de uso e ocupação do solo, tem repercutido diretamente nas modificações do espaço e nas alterações na paisagem no interior do Estado do Ceará, observar-se, que a organização das atividades agrícolas e ecoturísticas depende de políticas públicas efetivas de preservação ambiental que respeite o desenvolvimento socioeconômico das comunidades.

A pesquisa situa o complexo geomorfológico maciço de Uruburetama localizado no norte do Estado do Ceará distante à 90 km de Fortaleza. A estrutura compreende os municípios, Itapipoca, Itapajé, Irauçuba, Tururu e Uruburetama, e as bacias hidrográficas Curu e Litoral sobre o clima tropical quente semiárido.

O Estado do Ceará, abrange 184 municípios situados ao longo de 148.887,63 km² de extensão territorial IBGE (2017), sobre o domínio morfoclimático da caatinga Ab'saber (1999). Além do maciço de Uruburetama figura 01, o Estado apresenta várias unidades geomorfológicas de paisagens como, litoral, inselbergs, planalto, planícies e chapadas.

Figura 01: Mapa de localização do maciço residual de Uruburetama, Estado do Ceará.



Fonte: autores (2017).

As características ambientais de Uruburetama, constitui-se em, vegetação da caatinga e remanescentes de floresta atlântica (mata úmida) nas áreas de topo, apresentando altitude de 600 a 1.060 metros, precipitação pluviométrica de 800 a 1.500 mm/ano, com solos, argilosos, luvisolos, neossolos, planossolos, tais condições favorecem ao desenvolvimento das atividades agrícolas, o plantio, a colheita e a comercialização da produção agrícola na região.

METODOLOGIA

A abordagem da pesquisa, encontra-se pautada na interpretação da análise sistêmica. No entendimento conceitual, apresentamos os autores: Ab'saber (1999), Bertrand (1968), Schmidt e Hewit (2004), Rodriguez, Silva e Cavalcante (2010), Tricart (1977). FUNCEME (2015, p. 28), IBGE (2017), BRASIL (2017), CANAMA n° 303, de 20 de março de 2002 que contribuíram para refletir sobre a área da pesquisa.

Na estrutura operacional, considerou-se a unidade maciço de Uruburetama nos seus 973,43 km², para segmentar a compartimentação geomorfológica para interpretar a paisagem e as características socioambiental da área, tendo como suporte teórico a análise geossistêmica.

Para conhecer as características gerais dos solos, da paisagem e da agricultura delimitou-se duas unidades denominadas de quadrantes I e II com 12,47 km² cada área, realizou-se a classificação da paisagem em áreas de Topo, Vertente e Vale para aferição de informações espaciais e para ordenamento de proposta de zoneamento ambiental. A compartimentação geomorfológica, baseou-se na interpretação da paisagem, utilizou-se Bertrand (1968) e Rodriguez, Silva e Cavalcante (2010).

As informações interpretadas foram baseadas na imagem de satélite LANDSAT 8, de 26 de agosto de 2016, onde foram verificadas em atividades de campo. No quadrante I, observou-se na área de Topo resquício de mata úmida, na Vertente encontra-se o plantio de bananeira e no Vale solo em situação de pousio, já em relação ao quadrante II, na área de Topo, Vertente e Vale observou-se o plantio de bananeira.

Os mapas, figuras 01 e 03, foram confeccionados na plataforma de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), ArcGIS. A base técnica faz uso da escala 1:300.000 para a área do maciço (973,43 km²) e 1:50.000 para a área de quadrante I e quadrante II (12,43, km²). As coordenadas geográficas utilizadas são o Datum SIRGAS 2000, sendo os arquivos georreferenciados no formato shapfile (SHP), da Secretaria de Recursos Hídricos-SRH (2016), do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte-DNIT (2015) e do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará-IPECE (2007). Além do uso de imagem de Satélite LANDSAT 8, Bandas, 6, 5, 4 (RGB), cena: LC82170632016239LGN00 de (2016-08-26). Baseados em Silva (2007).

Figura 02: Representação dos quadrantes I e II.



Fonte: Os autores (2019). Quadrante I: A, B e C Quadrante II: D, E e F.

RESULTADOS

Os resultados obtidos, correspondem a compartimentação geomorfológicas em áreas de topo, vertente e vale, já na proposta de zoneamento ambiental, estabeleceu-se as classificações de áreas de a) preservação, b) conservação, e c) uso sustentável.

COMPARTIMENTAÇÃO DA SERRA DE URUBURETAMA

O maciço é composto por rochas cristalina estando a sua altimétricas em até 1.060 metros, observa-se fatores de ordem exógena alterando a sua morfoescultura é o caso do uso e ocupação do solo, erosão pluvial e laminar nas vertentes. O direcionamento topográfico das vertentes possibilita verificar a expressividade das atividades agrícolas, sem utilização de técnicas adequadas como rotação de cultura e curvas de níveis.

A compartimentação deu-se a partir das formas do relevo que compõem o maciço residual de Uruburetama nos seus 973,43 km², nas feições de (topo, vertente e vale), estabelecidas nos quadrantes I e quadrante II com 12,47 km². Baseou-se na classificação de Schmidt e Hewit (2004), para verificar as formas das vertentes em retilíneas, convexas e côncavas, na tabela 01 buscou-se reconhecer o seu padrão em campo.

Tabela 01: Compartimentação da Serra de Uruburetama - CE.

Classificação	Quadrante I – 12,47 km ²	Quadrante II – 12,47 km ²
Topo	Cristas – úmida	Colinas – seca
Vertente	Topografia côncava – úmida	Topografia convexa – seca
Vale	Fundo de Vale – úmida	Fundo de Vale – seca

Fonte: Os autores, (2019).

A compreensão do geossistêma de Bertrand (1968) possibilitou realizar, o diagnóstico considerando as características gerais do ambiente e da paisagem conforme tabela 02.

Tabela 02: Diagnóstico Ambiental da Serra de Uruburetama – CE

Áreas	Quadrante I – 12,47 km ²		Quadrante II – 12,47 km ²	
Unidades	Potencialidades	Limitações	Potencialidades	Limitações
Topo	Ecoturismo	Ordem particular	Motocross	Ordem particular
Vertente	Produção agrícola	Ordem particular	Produção agrícola	Ordem particular
Vale	Ecoturismo	Ordem particular	Ciclismo	Ordem particular

Fonte: Os autores, (2019).

Em seguida constatou-se nas tabelas 01 e 02, as características ambientais das unidades de Topo, Vertente e Vale sobre as áreas tidas de quadrantes I e II. A classificação corresponde as potencialidades e as limitações técnicas das paisagens existente nas Serras de Uruburetama.

Área de Topo do Maciço Residual de Uruburetama

As unidades de topo, apresentam duas características específicas sendo elas cristas e colinas, ambas correspondem a divisores naturais de bacias hidrográficas Curu e Litoral. Suas feições morfológicas são distintas, sendo na área dissecada com aspectos úmidos e secos, são áreas de alta potencialidades paisagísticas e de limitações ao cultivo agrícola.

As cotas topográficas de definição de topos, correspondem a ao quadrante I com 1010 m e Quadrante II 705 m. Corresponde ainda às características de área de superfície de cimeira, por conta da sua dissecção, e constitui-se por relevo em formatos de colinas e de topos arredondados, com apontamento de vertentes íngremes e acentuados processos erosivos.

Área de Vertente do Maciço Residual de Uruburetama

As vertentes são unidades que corresponde a intensos processos morfológicos, sua complexidade topográfica e fisionômica varia entre côncavas e convexas, constitui-se em cotas altimetria de 400

a 800 metros, com alto padrão dos regimes pluviométricos e com canais fluviais de intenso fluxo de deslocamento de sedimentos.

Os quadrantes I e II situam-se entre duas áreas distintas de aspecto úmido e seco, sendo o destaque correspondente, a existência do cultivo agrícola diversifica-se em meio as formas de uso e ocupação do solo. Tal configuração faz com que a presença da cobertura vegetal seja pontual ao longo da área e apresenta, por sua vez, a vegetação corresponde ao porte alto e sua influência está associada ao predomínio da monocultura da banana.

Área de Vale do Maciço Residual de Uruburetama

As vertentes são unidades de paisagens com intenso processos erosivos, posicionados para o vale os seus sedimentos. Os vales constituem em um encaixamento de vertentes com fisionomia distintas côncavo, convexo e retilíneo. São superfície que sofrem desgaste e pressão pelo fluxo de sedimentos e água por serem canais de distribuição de sedimentos.

Suas cotas altimétricas variam de 400 até 200 metros, com caimento topográfico, os fundos de vale tendem a expandir na sua largura e integram-se em aspecto dendrítico ao longo do direcionamento da vertente. A vegetação natural é a mata ciliar, porém, com o intenso uso do solo observa-se a existência de gramíneas e fruticultura nas margens dos rios.

Uso do solo em Uruburetama

A existência de diversos tipos de solos (argilosos, luvisolos, neossolos e planossolos) constitui-se em um ambiente com complexidade naturais, associado a necessidades específicas de uso, levam a sua principal característica, aptidão agrícola nas áreas, de Topo, Vertente e Vale. A fruticultura que se adaptou as serras de Uruburetama mediante suas condições de umidade permitiu o desenvolvimento da, banana, abacate e a goiaba.

Além do aspecto ligado a fruticultura, os quadrantes I e II desenvolve-se com a agricultura de sequeiro do milho, feijão, fava e mandioca. O solo é um importante elemento natural ao desenvolvimento das comunidades ao longo dos municípios, o contexto de uso corresponde a necessidade distintas, agricultura, pousio e ecoturismo. A principal problemática ligada a agricultura da serra de Uruburetama é o plantio e a colheita, desenvolvida sem levar em consideração as características topográficas do terreno e a presença das rochas.

Proposta de zoneamento

O zoneamento consiste no parcelamento do território para adequá-lo ao manejo do solo, dividindo a terra em áreas ou zonas passíveis de preservação, zonas passíveis de conservação e zonas passíveis de uso, considerando as condições do ambiente e a finalidade do uso da terra. Para Rodriguez; Silva; & Cavalcanti (2010, p. 13) o planejamento ambiental, converte-se em um elemento tanto básico como complementar, para a elaboração de programas de desenvolvimento econômico e social.

Observando as diversas formas de cultivo da terra a partir da interpretação da paisagem. Conforme a Constituição Federal por meio da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, a Política Nacional do Meio Ambiente, nos seus mecanismos. Menciona-se a sua importância no Art. 2º no inciso II – racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar.

Segundo BRASIL (2017), o Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002, que regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelece critérios no Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE e dá outras providências.

De acordo com o ZEE, no art. 11, dividirá o território em zonas, de acordo com as necessidades de proteção, conservação e recuperação dos recursos naturais e do desenvolvimento sustentável, nas seguintes categorias: (a) preservação, (b) conservação, e (c) uso sustentável.

Zona de Preservação Permanente

A área de preservação permanente inclui as áreas de topo que consta de uma declividade de 50 % a 75 % e corresponde à área de topo (cristas, linha de cumeada que divide o direcionamento das vertentes e a linha de interflúvio da divisão entre as bacias hidrográficas, com altitudes de 1.010 metros no quadrante I e 705 metros no quadrante II.

Para a FUNCEME (2015, p. 28), a APP corresponde à “categoria de preservação e denota o evidente valor econômico, abrangendo setores de fragilidades ambientais, com forte instabilidade ecodinâmica e com muito baixo limite de tolerância”.

As delimitações de preservação permanente abrangem ainda áreas de margens de rios com 30 a 50 metros para os rios com largura inferior a 10 metros, áreas de topos e encostas com declividade fortes, e também é constituída por áreas de nascentes e de floresta nativa. Portanto, são unidades ambientais que precisam do máximo de cuidado em relação ao manejo.

Na Resolução CANAMA nº 303, de 20 de março de 2002, dispõe sobre parâmetros e limites de Áreas de Preservação Permanentes, ficando registradas no Art. 2º desta resolução as seguintes definições: IV – nas linhas de cumeadas, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros e VII – em encosta ou parte desta, com declividades superiores a cem por cento ou quarenta e cinco graus.

Zona de Conservação Ambiental

A área de conservação ambiental corresponde a unidades de vertentes estabelecidas para os dois quadrantes – as coletas de solos são identificadas pelos pontos de GPS nas altitudes de 791 metros no quadrante I e de 546 metros no quadrante II. Para a FUNCEME (2015, p. 28), categoria de conservação enquadra áreas dotadas de atributos naturais significados, tem relativa estabilidade ecodinâmica e limite de tolerância mediana segundo Tricart (1977). Permite, assim, diversas atividades, desde que mantendo o equilíbrio ecológico.

Dentro do território do maciço residual de Uruburetama, essa unidade de planejamento ambiental se refere à caracterização da área de porção úmida no espaço de experimento. Portanto, associada a processo de susceptibilidade de erosão nas vertentes. As áreas de conservação ambiental não se limitam puramente ao aspecto do relevo, com a declividade e a topografia, mas sobretudo em relação aos condicionantes que influenciam a constituição do equilíbrio da paisagem, que são as formas de cultivo da terra.

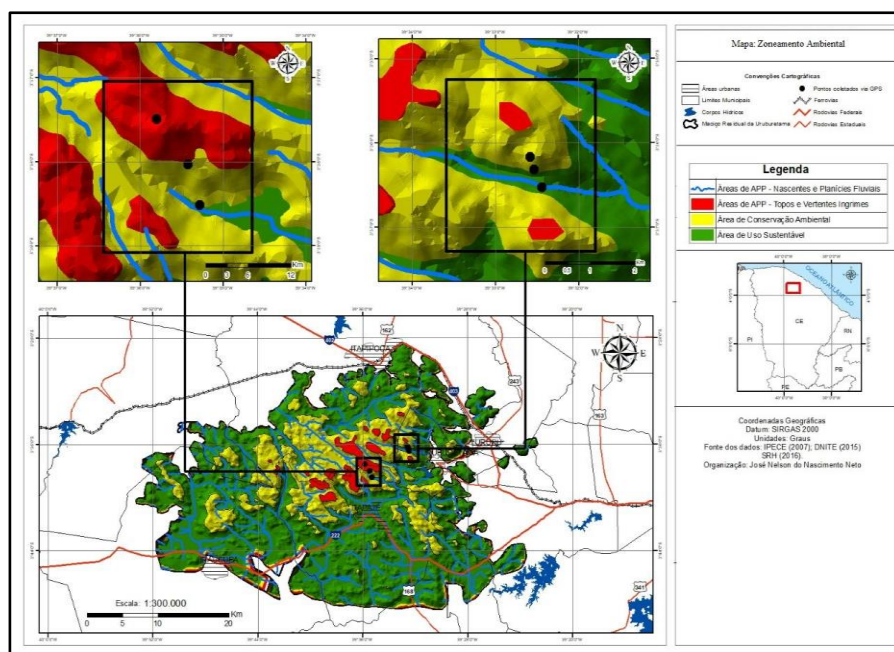
Zona de Uso Sustentável

Compreende a área que tem condicionantes pedológicos e climáticos favoráveis à dinâmica do ambiente, constituindo, assim, locais propícios ao uso do solo na agricultura. Ressaltamos, porém, a importância de que se devem considerar as condições do ambiente antes da instalação de uma

atividade que produzirá danos ambientais, alterando o potencial ecológico e, por sua vez, a qualidade do ambiente. Essa área corresponde a unidades de vale, nas altitudes de 514 metros no quadrante I e 418 metros no quadrante II. São áreas que têm uma declividade amena em relação ao topo.

Para a FUNCEME (2015, p. 28), essa zona corresponde a categoria de uso sustentável sendo um ambiente de intensa atividades econômicas. São ambiente favoráveis a agricultura por possuir até 20% de declividade e podem ser bem planejadas. Na figura 02 abaixo temos as informações espaciais sobre o zoneamento ambiental da Serra de Uruburetama.

Figura 02: Mapa de Zoneamento Ambiental da Serra de Uruburetama – CE.



Fonte: Autores (2019).

Com base no mapa de zoneamento ambiental, constitui-se a tabela 03, para verificar as características das áreas, visando subsidiar informações técnicas para o planejamento ambiental. As informações sobre os dados percentuais são baseadas nos quadrantes I e II e em suas dimensões de 12,47 km², vale destacar que as zonas são área fundamentais ao contexto do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento territorial.

Tabela 03: Zoneamento ambiental da Serra de Uruburetama - CE

Zonas	Quadrante I – 12,47 km ²	Quadrante II – 12,47 km ²
Preservação Permanente	4,84 km ² - 38,8%	0,60 km ² - 5%
Conservação Ambiental	7,12 km ² - 57,1%	8,63 km ² - 69,2%
Uso Sustentável	0,50 km ² 4,1 %	3,23 km ² - 25,8%

Fonte: Os autores (2019).

Apesar das poucas áreas destinadas ao uso sustentável, que corresponde naturalmente ao desenvolvimento integrado de atividades econômicas distintas, observar-se uma geração econômica baseada na agricultura familiar e comercial como é o caso da fruticultura, banana, manga, mamão, abacate, castanha de caju e coco.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de alteração da paisagem do complexo maciço de Uruburetama resulta de uma sequência de fatores ligados ao uso do solo, a aptidão agrícola que se sobressaem nas Serras de Uruburetama em meio as áreas íngremes de suas vertentes intensificam à erosão do solo, gerando prejuízo ao ambiente. As formas de cultivo da monocultura da banana intensificam o processo de degradação ambiental das vertentes ao longo dos quadrantes I e II em Uruburetama.

Por fim, a proposta de zoneamento ambiental além de estabelecer o parcelamento do solo vislumbra a preservação do solo mediante suas características ambientais. Para tanto, exige-se uma compreensão do contexto agrícola e das características da paisagem, que mediante o contexto atual compromete-se com o equilíbrio do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AB`SABER, A. N. **Sertões e Sertanejos: Uma Geografia Humana Sofrida**. Revista de Estudos Avançados, USP, 1999.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acessado em 15 de Setembro de 2017.

BRASIL. **Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm> Acessado em 12 de Novembro de 2019.

BRASIL. **LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm> Acessado em 22 de Nov de 2019.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico** em 1968. R. RA`EGA. n 08, p, 141-154. Ed. UFPR. Curitiba-PR, 2004.

CONAMA. **Resolução nº 303, de 20 de março de 2002** Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>> Acessado em 12 de Novembro de 2019.

FUNCEME. **Zoneamento Ecológico-Econômico das Áreas Susceptíveis à Desertificação do Núcleo I – Irauçuba/Centro-Norte**. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. Ed. Expressão Gráfica Fortaleza, 2015. 300 p.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2017. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/panorama>> Acessado em 10 de Dez de 2019.

RODRIGUEZ, J. M. M.e SILVA, E. V. da e CAVALCANTE, A. P. B. **Geoeecologia das Paisagens: Uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 3. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2010.

SCHIMIDT, J.; HEWIT, A. **Fuzzy land elemento classification from DTMs based on geometry and terrain position.** Geoderma. N, 121. 2004. p, 243-256.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro, Ed. IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

AValiação de clones de pinhão manso em resposta às épocas de produção e solos de tabuleiros costeiros

José Renato Oliveira Mascarenhas
Simone Alves Silva
Monikuelly Mourato Pereira
Hélio Gondim Filho

INTRODUÇÃO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), pertencente à família Euforbiácea, a mesma da mamona, mandioca e seringueira, é uma das plantas oleaginosas, ainda em fase de domesticação, porém bastante promissora na produção de óleo para atender ao Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel e Bioquerosene (DIAS *et al.*, 2007).

O melhoramento do pinhão manso, por ser uma espécie perene, requer maior tempo de avaliação e condução para seleções de materiais promissores. Entretanto, uma vez identificada uma constituição genética favorável, espera-se que a sua propagação vegetativa permita a reprodução de planta idêntica à planta mãe, também promissora. Portanto, avaliar os clones é importante para confirmar a superioridade destes quando colocados em cultivo.

As informações sobre a genética, bioquímica e a fisiologia desta planta ainda é incipiente, não existem cultivares definidas, o que requer investigações. Em solos de Tabuleiro Costeiro, no que tange às condições físicas do solo, a aeração e a resistência à penetração, são as principais causas de inibição do crescimento radicular. As raízes de pinhão manso não se desenvolvem quando submetidas a elevada resistência à penetração desses solos resultando em ocorrência de compacidade natural (adensamento) que ocorre na subsuperfície, reduzindo a quantidade e o tamanho dos poros dos horizontes densos (REZENDE *et al.*, 2002).

A caracterização morfoagronômica é útil para auxiliar os programas de melhoramento genético vegetal, principalmente quando envolve caracteres qualitativos e quantitativos. Para tanto, os caracteres como diâmetro de copa, hábito de ramificação, número de ramos primários, inflorescência, razão entre flores masculinas e femininas, abundância de inflorescências, florescimento, frutos por racemo, peso e teor de óleo de sementes, tem sido recomendados como descritores para a caracterização e avaliação de genótipos de pinhão manso (SUNIL *et al.*, 2013). Além desses caracteres, a estatura de planta, diâmetro do caule, número de ramos primários e secundários, número de frutos, número de cacho de fruto, número de inflorescência, peso dos frutos e número de sementes são caracteres relevantes para o programa de melhoramento da espécie de pinhão manso. (DIAS *et al.*, 2007).

Sendo assim, a necessidade do conhecimento da caracterização e desempenho de diferentes constituições genéticas do pinhão manso é de fundamental importância para obtenção de indivíduos superiores quanto aos componentes produtivos da cultura. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar caracteres adaptativos e de produção em clones de pinhão manso em quatro épocas de produção, quando cultivados em solos de Tabuleiros Costeiros.

REVISÃO DE LITERATURA

Taxonomia, origem e descrição botânica do pinhão manso

O gênero *Jatropha* contém aproximadamente 170 espécies conhecidas. *J. curcas* ou pinhão manso é uma pequena árvore ou arbusto, de crescimento rápido (ARRUDA *et al.*, 2004), que pode atingir

de três a cinco metros de altura, e em condições favoráveis, de oito a dez metros de altura (DIVAKARA et al., 2009). A espécie *Jatropha curcas* L. é um arbusto perene pertencente à família Euphorbiaceae (SOUZA; LORENZI, 2012). O nome *Jatropha*, deriva do grego *iatrós* (doutor) e *trophé* (comida), devido suas propriedades medicinais (KUMAR; SHARMA, 2008).

Existem dois genótipos de *J. curcas* L., tóxicos e não tóxicos. O genótipo não tóxico é encontrado apenas no México. A produção global de *J. curcas* L. não tóxica é insignificante. No entanto, acredita-se que de 25 a 30 milhões de hectare estão atualmente sendo estabelecidos, em grande parte com genótipo tóxico (BECKER; MAKAR, 2008).

Essa espécie recebeu o nome pinhão manso pelo fato das suas sementes ficarem armazenadas dentro do fruto, mesmo após sua maturação, ao contrário do pinhão roxo cujas sementes são expelidas com força pela deiscência dos seus frutos (CAB INTERNACIONAL, 2013).

No Brasil, essa espécie é conhecida por vários nomes populares, como: pião, purgueira, pinhão do Paraguai, pinha-de-purga, pinhão-do-inferno, figo-do-inferno, pinhão-de-cerca, grão-de-maluco, pinhão-das-barbadas, pinhão-bravo, purgante-de-cavalo, manduigaçu, mandubiguaçu, sassi, turba, tartago, medicineira, tapete, siclitê, pinhão-croá (ROCHA, 2008).

De acordo com Sato et al. (2009) o pinhão manso tem centro de origem indeterminado, porém, a maioria dos relatos e estudos, cita as Américas do Sul e Central como centros de origem prováveis, sendo encontrada de forma espontânea em quase todas as regiões intertropicais, ocorrendo em maior escala nas regiões tropicais e em número bastante reduzido nas regiões temperadas.

Arruda, et al. (2004), citam o Brasil como centro de origem do pinhão manso. Esta planta teria sido introduzida por navegadores portugueses nas ilhas do Arquipélago de Cabo Verde e Guiné-Bissau e daí disseminada pelo continente Africano e Asiático. No Brasil, sua distribuição geográfica é bastante vasta devido à sua rusticidade, resistência a longas estiagens, sendo adaptável a condições edafoclimáticas muito variáveis, desde a região Nordeste, Sudeste até o Estado do Paraná. No Compêndio sobre Espécies Invasoras do Centro de Agricultura e Biociências Internacional - CABI (Centre for Agriculture and Bioscience International), anteriormente chamada Commonwealth Agricultural Bureaux, é possível encontrar uma ampla lista dos locais de ocorrência do pinhão manso (CAB INTERNACIONAL, 2013).

É um arbusto de crescimento rápido, de hábito caducifólio, podendo atingir mais de 5 m de altura, com diâmetro do tronco de aproximadamente 20 cm. O caule é liso, de lenho mole e exsuda um látex cáustico quando recebe qualquer injúria. Os frutos são do tipo cápsula ovóide, com 1,5 a 3,0 cm de diâmetro trilocular, contendo três sementes, sendo uma semente por lóculo. As sementes medem de 1,5 a 2,0 cm de comprimento e de 1,0 a 1,3 cm de largura, representam entre 53 a 79% do peso do fruto e apresentam teor de óleo variando entre 33 e 38%. As plantas desenvolvem um sistema radicular típico, com uma raiz pivotante e quatro raízes laterais. As folhas são verdes, esparsas e brilhantes, largas e alternas, em forma de palma com três a cinco lóbulos e pecioladas, com nervuras esbranquiçadas e salientes na face inferior (LAVIOLA et al., 2011).

Importância econômica do pinhão manso

A importância econômica que o pinhão manso tem desde os tempos antigos, devido as suas mais variadas propriedades e diversos usos, entre eles a fabricação de sabão e uso medicinal (SATURNINO et al., 2005).

Em vista da necessidade brasileira em obter óleos de qualidade, o país busca nas matérias-primas convencionais e potenciais oportunidades para ofertar quantidades consistentes destes produtos e atender às crescentes demandas nacionais e globais. O pinhão manso tem sido considerado como uma das alternativas de interesse, juntamente com esforço e investimentos públicos e privados. Está em processo de expansão de cultivo caracterizado pela iniciativa privada de plantio comercial e por ações técnico-científicas de domesticação objetivando transformá-la em espécie cultivada, com bases científicas (DURÃES; LAVIOLA, 2010).

A substituição do óleo diesel, e outros derivados de petróleo, pelo biodiesel, além de ser estratégica pelo fato de ser uma fonte de energia renovável também contribui para a redução da emissão de gases poluidores na atmosfera. Por essas razões, a utilização do biodiesel como combustível vem ganhando cada vez mais importância no cenário mundial (COSTA et al., 2000).

O óleo extraído das sementes de pinhão manso tem provocado interesse por causa da sua qualidade (incolor, inodoro, muito fluído e queima sem emitir fumaça) e boa perspectiva para produção de biodiesel (ARRUDA et al., 2004).

Em muitos países, o seu valor econômico é inestimável, como no arquipélago de Cabo Verde, onde equipara-se a outras culturas importantes e que já foram um dos maiores exportadores de sementes mundiais. No Brasil, a cultura se apresenta em todas as localidades, adaptando as diversas condições edafoclimáticas do país, alcançando produtores da região sudeste, que já atingiram produção anual de 1.100 a 1.700 litros de óleo por hectare (RESENDE et al., 2013).

2.3 Melhoramento genético de pinhão manso

Não existem variedades melhoradas nem cultivares registradas de pinhão-manso, vários países estão realizando estudos prospectando a diversidade genética dessa espécie, coletando germoplasma, dentro de seu próprio território e ao redor do mundo (SATURNINO et al., 2005).

O pinhão manso é uma espécie perene não tradicional, pois nunca foi cultivado e utilizado em larga escala e o seu programa de melhoramento deve seguir os passos de outras culturas perenes, com adequada introdução e avaliação de materiais genéticos, criteriosa experimentação de campo, criação de genótipos superiores com cruzamentos e recombinações e a precisa predição de valores genéticos para identificação dos mesmos (JUHÁSZ et al., 2013).

As características superiores desejáveis para o programa de melhoramento genético com pinhão manso são: cultivares comerciais com alta produtividade de grãos/óleo; ausência de toxidez; resistentes a estresses bióticos e abióticos e adaptados às principais regiões produtoras do Brasil (LAVIOLA et al., 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB, no campus de Cruz das Almas (12°40'19" de Latitude Sul, 39°06'23" de Longitude Oeste e altitude média de 220 m). Conforme classificação de Alvares *et al.* (2013), o clima local é tropical quente úmido, tipo Af com médias anuais de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa de 1.224 mm, 24,5 °C e 80%, respectivamente.

3.2 Obtenção das mudas clonais e transplante dos clones

Os clones foram desenvolvidos a partir da seleção em uma população de progênies de meio-irmãos de *Jatropha curcas* L. por meio de reprodução assexuada pelo método da estaquia. A seleção parental baseou-se em trabalhos e ensaios realizados desde maio de 2008 no campo experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CCAAB/UFRB), (12°39'657"S, 39°05'062"W). O desempenho foi avaliado por dados fenotípicos (agronômicos) e moleculares (marcadores RAPD e AFLP), com seleção de oito genótipos superiores UFRB CPM 03, UFRB CPM 05, UFRB CPM 08, UFRB CPM 09, UFRB CPM 11, UFRB CPM 13, UFRB CPM 14 e UFRB CPM 15, que foram os mais divergentes e promissores considerando os caracteres número de cachos por planta, número de frutas por planta, número de sementes por planta, peso do fruto por planta, peso das sementes por planta e que serviram de matrizes para a produção dos clones.

Em janeiro de 2014 foi realizado o preparo dos clones, onde os ramos jovens, saudáveis e vigorosos de *Jatropha curcas* L. (média de diâmetro de 0,02 m e comprimento de 0,20-0,30 m) foram retirados de matrizes oito genótipos e posteriormente foram limpos, tratados com fungicida (Thiophanate Methyl 4 g L⁻¹) por cinco minutos e plantadas em sacos plásticos pretos, contendo um substrato (Veracel®) constituído de fibra de coco, vermiculita, composto orgânico, superfosfato simples purificado e outros macronutrientes e micronutrientes (informações quantitativas não fornecidas pela empresa). As mudas foram colocadas em uma estufa (50% de sombreamento), e irrigadas diariamente, ou conforme necessário, e, a cada semana adicionado à irrigação uma solução nutritiva (HOAGLAND; ARNON, 1950) para prevenir a deficiência nutricional em plantas (LANA et al., 2009) 40 dias após o plantio das estacas (DAP). O volume necessário para cada planta foi calculado pesando os sacos e aplicando a quantidade necessária para atingir 100% da capacidade de campo quando estavam com 80%. A capacidade máxima de retenção encontrada foi de 200 mL por recipientes.

As mudas foram transplantadas para uma área de campo do NBIO/UFRB aos 150 DAP (Dias Após Plantio). O solo da área era um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico Típico e o clima da região caracterizava-se por uma zona de transição entre as áreas Am (quente e úmido com seco curto estação) e Aw (quente e úmido com chuvas de verão), de acordo com a classificação de Köppen. Covas de 0,40 x 0,40 x 0,50 m, espaçados 3 x 2 m foram abertas em uma área preparada com uma aração e duas gradagens. A cobertura da vegetação na área foi mantida para evitar o aquecimento excessivo do solo e perda de água, prejudicando, portanto, o estabelecimento das mudas transplantadas. A fertilização de plantio foi realizada com 40 g de P₂O₅ (superfosfato único 18% P₂O₅). Uma fertilização adicional e uma aplicação de 40 g de cloreto de potássio (60% de K₂O) e 40 g de ureia (45% N) por planta foram realizadas aos 60 DAT. Uma fertilização orgânica foi realizada com 120 DAT (Dias Após Transplântio), utilizando 2 kg de esterco bovino por planta. A distribuição do fertilizante foi realizada no solo sob a copa dos clones (DIAS et al., 2007).

Os tratos culturais foram realizados a cada três meses com capinas manuais entre as linhas e adição de cobertura morta nas projeções das copas das plantas durante as épocas de avaliações. As adubações químicas foram realizadas de acordo Laviola et al. (2015) para os dois anos de avaliações (2015 e 2016) com as seguintes dosagens: 150 g planta⁻¹ de N parceladas em três vezes, 60 g planta⁻¹ de P em única aplicação e 120 g planta⁻¹ de K parceladas em duas aplicações. As adubações orgânicas foram realizadas duas vezes ao ano com 2 kg de esterco bovino por planta.

3.3 Caracterização morfoagronômica

A caracterização morfoagronômica foi realizada no primeiro e segundo ano de produção da cultura em solos de tabuleiros costeiros, no município de Cruz das Almas-BA. Foram consideradas as

épocas de avaliação em DAT (dias após o transplante), sendo 210 DAT (JANEIRO DE 2015); 360 DAT (JUNHO DE 2015), 570 DAT (JANEIRO DE 2016) e 720 DAT (JUNHO DE 2016). As características morfoagronômicas avaliadas nos oito clones (UFRB CPM 03, UFRB CPM 05, UFRB CPM 08, UFRB CPM 09, UFRB CPM 11, UFRB CPM 13, UFRB CPM 14 e UFRB CPM 15) foram: estatura da planta (EST), em metro, medida com uma fita milimétrica em cm; o diâmetro do caule (DC) em centímetros, medido com um paquímetro digital a 5 cm do solo; o número de ramos primários (NRP); número de ramos secundários (NRS), número de cachos por planta (NCP); número de frutos por planta (NFP), número de sementes por frutos (NSF) que foram realizadas por contagens numéricas; o peso das sementes em gramas (Psem) e produtividade de frutos em Kg ha^{-1} (PROD).

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos inteiramente casualizados em quatro repetições, com parcelas experimentais constituídas por três plantas, no esquema fatorial 4x8 (quatro épocas e oito genótipos).

3.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, desdobrando-se os tratamentos com suas respectivas interações para avaliação da existência de variabilidade genética entre os clones e comparada as médias entre os tratamentos e entre as épocas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott (1974) ($p < 0,05$). Essas análises foram processadas mediante o programa computacional GENES (CRUZ, 2008).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A existência de variabilidade genética nos clones foi constatada para os caracteres EST, NRS, NCP, PSP e PROD e não diferindo para os caracteres DC, NFP, NSP ($p < 0,01$ e $p < 0,05$). Os efeitos de épocas contribuíram de modo mais acentuado para a variação de todos os caracteres avaliados, indicando que os dois anos em duas épocas apresentam condições edafoclimáticas diferenciadas. As interações entre os clones e as épocas tiveram respostas significativas para NRS, NCP, PSP e PROD (Tabelas 1 e 2). Resultados similares foram obtidos em outros trabalhos com a cultura do pinhão manso (LAVIOLA; DIAS, 2008; ALMEIDA et al., 2016). Albuquerque et al. (2009) observaram resultados uniformes para o caráter DC quando avaliaram o crescimento inicial de pinhão manso, Drumond et al. (2009) avaliando plantas aos três meses de idade não observaram diferenças em diâmetro, no entanto, após nove meses foi detectada diferença significativa. Souza et al. (2013) também não encontraram diferença significativa no diâmetro do caule quando avaliaram plantas jovens de pinhão manso consorciado.

Valores de coeficientes de variação (CV%) variaram de 7,12% para EST a 50,38% para NSP. O coeficiente de variação residual depende do tipo de característica, delineamento experimental e espécie avaliada. Segundo Resende (2007), características provenientes de contagem como o número de frutos, de sementes e de cachos apresentam maiores valores do coeficiente de variação. Os caracteres EST e DC exibiram menores CV% indicando pouca influência do ambiente e boa precisão na obtenção dos dados (Tabelas 1 e 2).

O desempenho médio dos clones nas épocas de produção para os caracteres que apresentaram diferenças significativas (EST, NRS, NCP, PSP e PROD) está demonstrado na Tabela 3. Para o caráter EST o clone UFRB CPM 15 (1,78 m) apresentou maior média em relação aos demais. O caráter EST tem sido reportado como direcionamento para seleção de indivíduos com baixa estatura, podendo favorecer a um manejo mais otimizado de recursos, menor acamamento e é importante na escolha dos espaçamentos mais apropriados para plantio solteiro ou consorciados

(DIAS et al., 2007). Entretanto, os clones avaliados até o segundo ano de cultivo (720 DAT - Dias após o transplante) não atingiu estaturas elevadas, estando todos na escala de média a baixa estatura (1,58 a 1,78 m).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância dos caracteres adaptativos de oito clones de pinhão manso em quatro épocas de produção no primeiro e segundo ano após o transplante (2015 e 2016). Cruz das Almas - BA

FV	GL	Quadrado Médio			
		EST	DC	NRS	NCP
Bloco	3	0,011	51,271	6,157	73,193
Clone (C)	7	0,060**	107,110 ^{ns}	27,665**	106,917 ^{ns}
Época (E)	3	1,282**	2262,213**	241,474**	2474,009**
CxE	21	0,004 ^{ns}	98,80 ^{ns}	14,156**	114,043*
Resíduo	84	0,013	82,21	3,655	38,931
Média		1,37	58,53	7,63	12,82
CV (%)		7,12	15,53	25,05	48,65
CV _g (%)		3,25	0,137	16,04	63,58
CDG (%)		77,60	23,24	86,78	16,07

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; EST = Estatura de planta (m); DC = Diâmetro do caule (cm), NRS = Número de ramos secundários e NCP: número de cachos por planta; * = Significância ($p < 0,05$); ** = Significância ($p < 0,01$); ^{ns} = não significativo pelo teste F.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância dos caracteres produtivos de oito clones de pinhão manso em quatro épocas de produção. Cruz das Almas - BA

FV	GL	Quadrado Médio			
		NFP	NSP	PSP	PROD
Bloco	3	552,909	3489,574	318,787	9826,687
Clone (C)	7	211,251 ^{ns}	2463,630 ^{ns}	504,823*	15580,844*
Época (E)	3	16685,033*	141624,938*	34578,407*	1067226,24**
CxE	21	456,208 ^{ns}	4098,238 ^{ns}	494,215**	15253,437**
Resíduo	84	240,417	2320,869	147,892	4564,54715
Média		33,18	95,62	48,01	266,70
CV (%)		47,29	50,38	25,33	25,33

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; NFP = Número de frutos por planta; NSP = Número de sementes por planta; PSP = Peso de sementes por planta (g) e PROD = Produtividade de grãos (kg ha^{-1}); * = Significância ($p < 0,05$); ** = Significância ($p < 0,01$); ^{ns} = não significativo.

Os clones UFRB CPM 15, UFRB CPM 3, UFRB CPM 11, UFRB CPM 14 e UFRB CPM 13 apresentaram a maior média para o caráter NRS considerando valor médio das épocas. De acordo com Spinelli et al. (2010) o NRS merece atenção na cultura do pinhão manso em razão de sua relação direta com a floração, produção de frutos e, por conseguinte, maior produtividade de grãos (Tabela 3). O caráter PSP desempenhou melhor resultado nos clones UFRB CPM 3, 9, 11, 15, 5 e 8, ambos com pesos maiores de sementes. A PROD média dos clones, no geral, variou de 222,17 (UFRB CPM 13) a 313,53 kg ha^{-1} (UFRB CPM 3), sendo considerada uma produtividade abaixo das obtidas em literatura.

Tabela 3 - Média dos caracteres produtivos de oito clones de pinhão manso em quatro épocas de produção no primeiro e segundo ano após o transplante (2015 e 2016). Cruz das Almas - BA

CLONE	EST (cm)	NRS (un)	PSP (g)	PROD (Kg ha ⁻¹)
UFRB CPM 3	1,64b	8,81a	56,43a	313,53 ^a
UFRB CPM 5	1,64b	8,25a	47,27a	262,63 ^a
UFRB CPM 8	1,65b	5,84b	46,83a	260,20 ^a
UFRB CPM 9	1,58b	5,50b	55,25a	306,95 ^a
UFRB CPM 11	1,69b	8,04a	48,18a	267,70 ^a
UFRB CPM 13	1,67b	7,46a	39,99b	222,17b
UFRB CPM 14	1,61b	8,04a	42,44b	235,77 ^a
UFRB CPM 15	1,78 ^a	9,12a	47,64a	264,69 ^a

EST = Estatura de planta (m); NRS = Número de ramos secundários; PSP = Peso de sementes por planta (g); PROD = Produtividade de grãos (kg ha⁻¹); * Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

Houve diferença significativa da época de produção sobre todos os caracteres avaliados (Tabelas 1 e 2), foi necessário o desdobramento deste sobre cada caráter (Tabela 4). Foi constatado que na primeira época de produção (A1C1 - Ano 1 e Ciclo 1 em janeiro de 2015) houve melhor desempenho médio dos clones para os caracteres produtivos como NRS, NCP, NFP, NSP, PSP e PROD, seguido do primeiro ciclo produtivo do Ano 2 (A2C1). Isso permite inferir que a colheita da produção de pinhão manso no primeiro ciclo do ano (mês de janeiro do Ano 1 e Ano 2) é mais produtiva quando comparado com o segundo ciclo de colheita (mês de junho do Ano 1 e Ano 2). Além disso, é possível identificar uma interferência no desempenho das plantas avaliadas no decorrer do segundo ano de cultivo (redução nos dados de produção para a 2^a, 3^a e 4^a época de avaliação), provavelmente, devido a uma camada coesa que naturalmente ocorre em solos de tabuleiros costeiros de Cruz das Almas - BA.

Tabela 4 - Média das épocas de produção sobre o desempenho dos oito clones de pinhão manso quanto aos caracteres adaptativos e de produção. Cruz das Almas, BA

ÉPOCA	EST	DC	NRS	NCP	NFP	NSP	PSP	PROD
A1C1 (JAN/15)	1,36a	510b	10,1a	23,16a	63,79a	186,00	93,56a	519,81
A1C2 (JUN/15)	1,72	525b	5,32b	8,44c	22,71c	68,14b	34,32b	190,65
A2C1 (JAN/16)	1,74	594b	9,04a	16,48	35,69b	98,66b	47,42b	263,42
A2C2 (JUN/16)	1,81	697a	5,35b	3,21c	10,57c	29,70c	16,73c	92,94c

EST = Estatura de planta (m); DC = Diâmetro do caule (cm); NRS = Número de ramos secundários; NCP = Número de cachos por planta; NFP = Número de frutos por planta; NSP = Número de sementes por planta; PSP = Peso de sementes por planta (g); PROD = Produtividade de grãos (kg ha⁻¹); * Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

Como as interações entre C x E (Clone x época) apresentaram respostas significativas para NRS, NCP, PSP e PROD, foi necessário seu desdobramento para a eficaz avaliação do desempenho de cada genótipo dentro de cada época nos caracteres que se mostraram significativamente diferentes (Tabela 5). Para o caracter NRS o clone UFRB CPM 15 com a produção média de 15,1 ramos secundários destacou-se na primeira época de produção (A1C1), quando as plantas estavam com 210 DAT (dias após o transplante) diferindo dos demais clones. Situação semelhante foi

encontrado na etapa A2C1 (570 DAT), entretanto, nesta etapa tiveram destaque os clones UFRB CPM 15, UFRB CPM 13 e UFRB CPM 3, ambos com colheita da produção no mês de janeiro de cada ano. Nas etapas que envolvem colheitas de produções nos meses de junho apresentaram-se desempenhos mais uniformes, sendo a etapa A1C2 (360 DAT) não houve diferenças entre clones e na etapa A2C2 (720 DAT) destacou-se a UFRB CPM 3. Para o caracter NCP nos primeiros ciclos de produção (A1C1 e A2C1) os clones que apresentaram superiores em magnitude dos valores, também merecendo o destaque do clone UFRB CPM 15 na A1C1. Na etapa A2C1 destacaram os clones UFRB CPM 15, UFRB CPM 13 e UFRB CPM 3. Já nas etapas do segundo ciclo de produção (A1C2 e A2C2) os clones não apresentaram valores significativos ($P < 0,05$).

Os caracteres PSP e PROD apresentaram desempenhos similares para destaque dos clones produtivos, sendo que os maiores valores foram obtidos para o clone UFRB CPM 5 na etapa A1C1. Na etapa A2C1 houve maior uniformidade entre os clones, sendo sua maioria com valores médios para todos os clones, diferindo somente do menor valor apresentado no clone UFRB CPM 14. Nas etapas do segundo ciclo (A1C2 e A2C2) os clones não diferiram ($p < 0,05$).

Tabela 5 - Média do desempenho dos clones nas épocas de produção para os caracteres: Número de ramificações secundárias (NRS); Número de cachos por planta (NCP); Peso de sementes por planta (PSP) e Produtividade de grãos (PROD). Cruz das Almas - BA

ÉPOCA/ CARACTER	UFRBCPM 11	UFRBCPM 13	UFRBCPM 14	UFRBCPM 15	UFRBCPM 3	UFRBCPM 5	UFRBCPM 8	UFRBCPM 9
NRS (Un)								
A1C1	12,16 Ab	11,33 Ab	12,17 Ab	15,09 Aa	9,25 Ac	8,83 Ac	9,67 Ac	8,50 Ac
A1C2	5,42 Ca	5,25 Ba	7,33 Ba	5,33 Ca	5,83 Ba	4,75 Ba	4,67 Ba	4,00 Ba
A2C1	8,50 Bb	9,25 Aa	8,08 Bb	12,08 Ba	10,08 Aa	7,08 Ab	6,42 Bb	7,75 Ab
A2C2	6,08 Cb	4,00 Bc	4,58 Cc	4,00 Cc	9,08 Aa	2,50 Bc	2,63 Cc	2,50 Bc
NCP (Un)								
A1C1	24,17 Aa	15,83 Ab	20,00 Ab	25,50 Aa	21,00 Ab	27,92 Aa	25,00 Aa	20,16 Ab
A1C2	8,16 Ca	8,83 Ba	7,58 Ba	9,41 Ba	7,16 Ba	6,92 Ca	9,25 Ba	7,00 Ba
A2C1	16,92 Ba	8,75 Bb	5,63 Bb	19,08 Aa	16,25 Aa	14,46 Ba	10,91 Bb	23,75 Aa
A2C2	3,50 Ca	3,04 Ba	1,75 Ba	2,58 Ba	3,79 Ba	1,00 Ca	4,37 Ba	3,58 Ba
PSP (g)								
A1C1	105,88 Ab	63,58 Ac	62,82 Ac	93,43 Ab	100,94 Ab	122,73 Aa	98,97 Ab	97,77 Ab
A1C2	26,08 Ca	40,35 Ba	25,63 Ba	26,80 Ca	23,03 Ca	22,90 Ca	35,70 Ba	30,86 Ca
A2C1	49,02 Ba	36,98 Ba	9,95 Bb	45,96 Ba	39,33 Ba	45,88 Ba	33,99 Ba	63,91 Ba
A2C2	11,76 Ca	19,05 Ca	9,43 Ba	8,39 Ca	16,95 Ca	4,05 Ca	18,69 Ba	21,36 Ca
PROD (kg ha ⁻¹)								
A1C1	588,23Ab	353,23Ac	349,02Ac	519,03Ab	560,75Ab	681,82Aa	549,84Ab	543,16Ab
A1C2	144,88Ca	224,18Ba	142,38Ba	148,86Ca	127,96Ca	127,21Ca	198,32Ba	171,4Ca
A2C1	272,35Ba	205,43Ba	55,25Bb	255,32Ba	218,49Ba	254,90Ba	188,83Ba	355,06Ba
A2C2	65,35Ca	105,83 Ca	52,36Ba	46,61Ca	94,18Ca	22,48Ca	103,82Ba	118,64Ca

Letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste de Scott e Knott ($P < 0,05$). Letras maiúsculas comparam na coluna as épocas; Letras minúsculas comparam na linha os clones.

Para o caráter PROD, verifica-se que na época de produção A1C1, destacou-se o clone UFRB CPM 5 com 549,9 kg ha⁻¹, diferindo estatisticamente dos demais. Na época A2C1, os clones não diferiram estatisticamente entre si, com exceção do UFRB CPM 13. Não houve diferença estatística entre os clones no segundo período de produção. A produtividade é uma das características mais importantes para a seleção de acessos superiores de pinhão manso (LAVIOLA et al., 2015), entretanto, pela natureza genética do caráter, envolvendo muitos genes responsáveis pela expressão e efeitos do ambiente, se faz necessário avaliar outros caracteres agrônômicos para estimar ganhos indiretos com a seleção que favoreça ou dificulte o desenvolvimento de novas cultivares. Assim, estimar a correlação entre caracteres que compõem a produtividade é importante

para a seleção de plantas superiores. Assim como o coeficiente de determinação dos caracteres, como indicativo de uma maior herdabilidade e, por conseguinte, obter menor efeito do ambiente e maior ganho por seleção.

As estimativas do coeficiente de herdabilidade são importantes para a escolha de uma estratégia eficaz de seleção e quando os tratamentos são considerados fixos, a herdabilidade é denominada coeficiente de determinação genotípica. O coeficiente de determinação genotípica do caracter NRS foi de (86,78%), seguido do EST (77,60), PSP e PROD (ambos 70,70) e NCP (63,59). Os demais caracteres apresentaram coeficiente foram inferiores a 23% sendo DC, NFP e NSP (Tabela 6). Segundo Saturnino et al. (2005) e Almeida et al. (2016), a característica número de ramos secundários tem sido destaque dentre os demais e é um dos componentes de produção mais importante para o programa de melhoramento genético do pinhão manso, corroborando com o resultado deste trabalho. Visto que o pinhão manso é uma cultura que produz inflorescências em gemas terminais de ramos crescidos a cada ano, sendo a produção de frutos dependente do maior número de ramos secundários.

Na Tabela 6 estão apresentadas correlações positivas e significativas para NSP x PROD, NFP x PSP, NCP x NSP, NRS x NFP, DC x NCP e EST x NRS. Esses resultados discordam com os apresentados por Teodoro *et al.* (2016) observaram correlação negativa entre os caracteres enquanto neste trabalho indicam que estaturas de plantas elevadas aumentam também o número de ramificações por planta e consequentemente a produtividade. Entretanto, corroboram aos encontrados por Spinelli *et al.* (2010) e Reis *et al.* (2015) que observaram efeito direto da altura das plantas sobre os componentes de produtividade.

Tabela 6 - Estimativas de correlações fenotípicas e Coeficiente de determinação genotípica (R^2) de caracteres avaliados nas diferentes épocas de produção dos clones de pinhão manso. Cruz das Almas, BA

Caracter	DC	NRS	NCP	NFP	NSP	PSP	PROD	R^2
EST	0,0899	0,20**	-0,07 ^{ns}	-0,13	-0,05	-0,03	-0,13	77,60
DC		0,06	0,15*	-0,08	-0,13	-0,04	-0,05	23,24
NRS			0,05 ^{ns}	0,15*	-0,06	-0,14	-0,05	86,78
NCP				0,06	0,19*	0,08	0,13	63,59
NFP					0,07	0,20**	-0,08	16,64
NSP						0,03	0,14*	5,79
PSP							0,05	70,70
PROD								70,70

EST = Estatura de planta (m); DC = Diâmetro do caule (cm); NRS = Número de ramos secundários; NCP = Número de cachos por planta; NFP = Número de frutos por planta; NSP = Número de sementes por planta; PSP = Peso de sementes por planta (g); PROD = Produtividade de grãos (kg ha^{-1}); R^2 = Coeficiente de determinação genotípico; * = Significância ($p < 0,05$); ** = Significância ($p < 0,01$); ^{ns} = não significativo.

O caráter NSP torna-se importante por sua relação direta com a produtividade, entretanto, apresenta um R^2 baixo (5,79%) podendo não representar ganhos genéticos efetivos. Entretanto, o caráter NRS, por apresentar maior coeficiente de determinação genotípica (86,7%) e associação com componentes de produção como NSP, NCP, DC e NFP, poderá provocar também o aumento de produtividade de grãos, justificando sua escolha para a seleção para o maior ganho genético

esperado na população de clones de pinhão manso. Assim, o caráter NRS deve ser considerado na seleção para genótipos promissores em programa de melhoramento do pinhão manso.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A primeira época de produção, nos dois anos de cultivo, apresentou maior desempenho dos clones de pinhão manso para os caracteres produtivos;

O caráter número de ramificações secundárias deve ser considerado na seleção para genótipos promissores em programa de melhoramento do pinhão manso por apresentar maior coeficiente de determinação genotípica, associação com componentes de produção, poderá provocar aumento de produtividade de grãos, refletindo no maior ganho genético esperado na população melhorada. Os clones mais produtivos nos ambientes de cultivo foram UFRB CPM 15 e UFRB CPM 03.

Agradecimentos: Ao Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias-UFRB e ao Instituto Federal Baiano

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. A.; CASTRO, N. H. A.; BELTRÃO, N. E. D. M.; LUCENA, A. M. A., SOUZA, S. L.; FREIRE, M. A. D. O.; SAMPAIO, L. R. Análise de crescimento inicial do *Jatropha curcas* em condições de sequeiro. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.13, p.99-106, 2009.

ALMEIDA, A. Q. D.; SILVA, S. A.; ALMEIDA, V. D. O.; SOUZA, D. R. D.; ARAUJO, G. D. M. Genetic divergence and morpho-agronomic performance of *Jatropha curcas* L. clones for selection of clonal varieties. **Caatinga**, v.9, p.841-849, 2016.

ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.8, p.789-799, 2004.

BECKER, K.; MAKKAR, H. P. S. *Jatropha curcas*: A potential source for tomorrow's oil and biodiesel. **Lipid Technology**, v.20, p.104-107, 2008.

CAB INTERNACIONAL. **Compêndio de espécies invasoras do CAB Internacional 2013. Invasive Species Compendium, 2013.** Disponível em: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/28393>. Acesso em: 07 março 2019.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F.; ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, v.4, p.531-537, 2000.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: diversidade genética.** UFV, 2008.

DIAS, L. D. S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI FILHO, A.; PEREIRA, O. L.; CARVALHO, M.; DIAS, D. C. F. S. **Cultivo de pinhão manso para produção de óleo combustível.** Viçosa: UFV, v. 1, 2007. 40 p.

DIVAKARA, B. N.; UPADHYAYA, H. D.; WANI, S. P.; GOWDA, L. C. L. Biology and genetic improvement of *Jatropha curcas* L.: A review. **Applied Energy**, v.87, p.732-742, 2009.

DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; MARTINS, J. C.; DOS ANJOS, J. B.; EVANGELISTA, M. R. V. Desempenho agrônomo de genótipos de pinhão manso no Semiárido pernambucano. **Ciência Rural**, v.40, p.44-97, 2009.

DURÃES, F. O.; LAVIOLA, B. **Pinhão manso: matéria-prima potencial para produção de biodiesel no Brasil**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24054/1/Pinhao-manso-materia-prima-potencial-para-producao-de-biodiesel-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 27 maio 2018.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soils**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 347p., 1950.

KUMAR, A.; SHARMA, S. An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas* L.): A review. **Industrial Crops and Products**, v.28, p.1-10, 2008.

LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; GOZUEN, C. F.; BONOTTO, I.; TREVISAN, L. R. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.25, p.13-20, 2009.

LAVIOLA, B. G., DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão manso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1481-1485, 2008.

LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L.; MENDONÇA, S.; ROSADO, T. B.; ALBRECHT, J. C. Caracterização Morfo-agrônoma do banco de germoplasma de pinhão manso na fase jovem. **Bioscience Journal**, v.27, p.371-379, 2011.

REIS, M. V. M.; DAMASCENO JÚNIOR, P. C.; CAMPOS, T. O.; DIEGUES, I. P.; FEITAS, S. C. Variabilidade genética e associação entre caracteres em germoplasma de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v.46, p.412-420, 2015.

RESENDE, J. C. F.; LONDE, L. N.; NEVES, W. S. **Pinhão-manso**. Nova Porteirinha: EPAMIG, 2013, 524p.

RESENDE, M. D. V. Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético. **Colombo: Embrapa Florestas**, 2007, 561p.

REZENDE, J. D. O.; MAGALHÃES, A. D. J.; SHIBATA, R. T.; ROCHA, E. S.; FERNANDES, J. C.; BRANDÃO, F. J. C.; REZENDE, V. J. R. P. **Citricultura nos solos coesos dos tabuleiros costeiros: análise e sugestões**. Salvador, SEAGRI/SPA, 2002. 97p.

ROCHA, J. D. www.aondevamos.eng.br/verdade/artigos/deonde.htm. **www.aondevamos.eng.br**, 2008. Disponível em: <www.aondevamos.eng.br>. Acesso em: 05 maio 2016.

SATO, M.; CARVALHO BUENO, O.; ESPERANCINI, M. S. T.; FRIGO, E. P. A cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.): uso para fins combustíveis e descrição agrônoma. **Varia Scientia**, v.7, p.47-62, 2009.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, v.26, p.44-78, 2005.

SOUZA, A. C. de.; RIBEIRO, R. P.; JACINTO, J. T. D.; CINTRA, A. D. A. R.; AMARAL, R. S., SANTOS, A. C. dos.; MATOS, F. S. Consórcio de pinhão manso e feijoeiro: alternativa para agricultura familiar. **Revista Agrarian**, v.6, p.36-42, 2013.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica sistemática: **Guia ilustrado para identificação de famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III**. 3ª Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 2012. 768p.

SPINELLI, V. M.; ROCHA, R. B.; RAMALHO, A. R.; MARCOLAN, A. L.; VIEIRA, J. R.; FERNANDES, C. F.; MILITÃO, J. S. L. T.; DIAS, L. A. S. Primary and secondary yield components of the oil in physic nut (*Jatropha curcas* L.). **Ciência Rural**, v.40, p.1752-1758, 2010.

SUNIL, N.; KUMAR, V.; SUJATHA, M.; RAO, G. R.; VARAPRASAD, K. S. Minimal descriptors for characterization and evaluation of *Jatropha curcas* L. germplasm for utilization in crop improvement. **Biomass and Bioenergy**, v.48, p.239-249, 2013.

TEODORO, P. E.; COSTA, R.D.; ROCHA, R.B.; LAVIOLA, B. G. Contribuição de caracteres agronômicos para a produtividade de grãos em pinhão-manso. **Bragantia**, v.75, p.51-56, 2016.

AGROFLORESTA: UMA ALTERNATIVA EFICAZ NA CONSERVAÇÃO DO SOLO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Aliriane Brito da Silva
Cleanto Carlos Lima da Silva

1. INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro é uma região marcada por sua grande diversidade, ocupa uma área de 982.563,3km² (SILVA et al, 2010), onde se encontram os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, a maior parte da Paraíba e Pernambuco, Sudeste do Piauí, Oeste de Alagoas e Sergipe, região central da Bahia e uma faixa que se estende em Minas Gerais, seguindo o Rio São Francisco, juntamente com um enclave no vale seco da região média do rio Jequitinhonha (BRASIL, 2005).

O semiárido brasileiro apresenta um clima com baixo índice de chuvas, sendo essas concentradas apenas em alguns meses do ano. Correia et al (2011) afirma que a precipitação pluviométrica no Semiárido é marcada pela variabilidade espaço-temporal. Com a baixa precipitação na maior parte do ano a escassez de água é um evento que faz parte da realidade no semiárido. Marengo (2006) ressalta que o Semiárido brasileiro sempre foi acometido de grandes eventos extremos de secas, contudo, não é rara a ocorrência de grandes enchentes.

O clima é um grande influenciador na formação dos solos, Guerra e Botelho (1996) afirmam que o clima participa na formação do solo, na medida em que, através da energia solar, da umidade e, principalmente, da precipitação, controla o tipo e a intensidade dos processos formadores. “Em climas áridos e semiáridos, os solos são rasos, ricos em bases, com acumulação de carbonato de cálcio e presença de salinidade, como os solos do Sertão Nordeste brasileiro” (GUERRA; BOTELHO, 1996. p. 3).

De acordo com Guerra e Botelho (1996) a rocha matriz proporciona a matéria-prima para a formação dos solos, assumindo um importante papel na determinação de suas propriedades. Conforme os autores, a rocha fornece a matéria para a formação dos solos e os agentes naturais e antrópicos intensificam o seu processo de desgaste dando origem aos solos. Os elementos (rocha, clima, organismo, relevo e tempo) são chamados de fatores de formação do solo (LIMA; LIMA, 2007).

Jacomine (1996) expõe sobre a distribuição dos solos no semiárido, sendo assim, segundo a classificação do autor os solos estão distribuídos percentualmente em Neossolos Litólicos (19,2%), Latossolos (21%), Argissolos (14,7%), Luvisolos (13,3%), Neossolos Quartzarênicos (9,3%), Planossolos (9,1%), Neossolos Regolíticos (4,4%) e Cambissolos (3,6%). Segundo o referido, perfazendo 5,4% da região, podem também ser encontrados Neossolos Flúvicos, Vertissolos, Chernossolos, entre outros, em pequenas extensões.

Como apontado anteriormente, as condições que influenciam direta e indiretamente as características do solo, desde condições naturais a antrópicas são inúmeras. Diretamente pode-se destacar segundo Resende et al (2014) o material que deu origem aos solos, o clima, os organismos vivos presentes no ambiente edáfico, a vegetação, relevo, tempo. Indiretamente tem-se ações antrópicas. “Certas ações do homem podem provocar alterações no clima, no relevo e na cobertura vegetal, que, por sua vez, terão ações diferenciadas sobre a pedogênese”. (GUERRA; BOTELHO, 1996. p. 97).

O solo por estar sujeito as ações antrópicas também se correlaciona com as características socioeconômicas do espaço. Na Região Nordeste, por exemplo, onde se encontra a maior parte do

semiárido brasileiro a agricultura familiar e o agronegócio, dentre outras atividades, ganham papel de destaque na economia da região. Castro (2012, p.6) salienta que no Nordeste brasileiro, a agricultura tem papel de destaque na economia regional[...].vários fatores são frequentemente apontados como potenciais entraves em relação a agricultura nordestina, entre eles questões ambientais, deficiência logística, atraso tecnológico. Muitas vezes essas atividades associadas com o clima e o manejo inadequado têm influencia negativamente tanto na conservação do solo bem como na preservação da vegetação nativa, elemento diretamente importante para evitar os processos de degradação do solo.

É imprescindível aprendermos a conviver de forma sustentável com o meio do qual fazemos parte, pois dessa forma é possível se apropriar dos recursos que necessitamos para nossa subsistência, mas não se perde a preocupação com a sua conservação, tendo em vista que não são recursos inesgotáveis. Silva (2007) salienta que a convivência como semiárido é uma forma de adaptação ao tipo de vida que deve ser levada em consideração devido à escassez de água, por meio disso passam por mudanças de cultura que envolva a promoção do desenvolvimento sustentável dessa região com preservação e renovação dos recursos naturais, por meio de ações socioeconômicas e tecnológicas, causando um novo paradigma civilizatório que articula diferentes dimensões do desenvolvimento.

Araújo (2011, p. 5) evidencia que o grau de cobertura do solo na caatinga nem sempre foi o que temos hoje, sua vegetação sofreu um processo de degradação pelo uso da lenha, constantes queimadas, desmatamento para o uso do solo para realização de atividades agropecuárias, o que possibilitou o desaparecimento de uma variedade de espécies ou a sua diminuição. Não é incomum o uso de queimadas ou desmatamentos como alternativas de preparação do solo para o plantio ou outras atividades.

Tanto o desmatamento como as queimadas não são eficientes, pois, retiram a cobertura vegetal do solo tornando-os suscetíveis aos processos erosivos além de não conservarem os nutrientes presentes no ambiente edáfico, fundamentais ao seu equilíbrio. “A exploração de uma cultura na caatinga deve estar condicionada à utilização racional de diversos fatores de produção não apenas com vistas em obter índices de produtividade, mas também no sentido de preservar a sustentabilidade e qualidade do solo” (NUNES, et al, 2009, p.2).

Uma alternativa de forma de plantio e convivência com o semiárido que vem mostrando resultados é a implantação dos Sistemas Agroflorestais (SAFs). “O objetivo principal dos SAFs é de otimizar o 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, p.4). Dentro dessa perspectiva a agrofloresta surge como uma possibilidade de se produzir conservando o solo e os recursos naturais contidos nele, sem gerar impactos como os modelos tradicionais de plantio, além de gerar renda para as famílias que adotam esse sistema, estimulando sua independência.

Nesse viés, serão destacados as queimadas e o desmatamento por serem alguns dos meios mais mencionados na literatura, como práticas de manejo menos eficientes para se trabalhar no semiárido devido ao seu grande potencial de degradação, seja de forma direta ou indireta. É valido salientar que estas não são as únicas práticas que podem provocar danos ao ambiente.

Diante do exposto, o presente estudo fundamentado por referencial bibliográfico tem como foco principal analisar os sistemas agroflorestais como uma opção de uso e manejo da terra que vem mostrando resultados efetivos no semiárido por possuir a capacidade de integrar a produção de alimentos com a conservação do solo e do meio ambiente. Tem também como propósito analisar os principais impactos que o desmatamento e as queimadas provocam nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As informações presentes neste artigo foram coletadas por meio de revisão literária em artigos, livro, teses, referente a temática. A seleção dos trabalhos se deu por meio da leitura dos materiais citados onde, a partir daí, selecionou-se aqueles que abordavam sobre os temas que envolviam o semiárido, a agrofloresta, as formas inadequadas de manejo do solo e os impactos ou benefícios que esses agentes trazem aos solos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

É comum no semiárido a utilização das queimadas, uma prática habitual entre os agricultores para preparar o solo para o plantio. Essa forma de manejo altera as características físicas, químicas e biológicas do solo. Segundo Meirelles (1990), o fogo provoca mudanças pontuais ou definitivas na temperatura superficial do solo, no teor de umidade e na disponibilidade de água e nutrientes para as plantas. Contribui ainda, para a intensificação dos processos erosivos e assoreamento de mananciais (ALBUQUERQUE et al, 2001).

Há autores que relatam que não são todos os casos em que as queimadas são prejudiciais, Lombardi Neto e Bertoni (1974), defendem que as queimas não são prejudiciais em todos os casos e, em muitas circunstâncias, produzem efeitos benéficos, como o controle de pragas e ervas daninha. Porém, em circunstâncias de escassez hídrica como é o caso do semiárido esta prática não é a mais conveniente a ser utilizada.

Há situações, no entanto, em que a utilização do fogo deve ser evitada ou ao menos reduzida, tais como no caso de solos excessivamente arenosos, em sistemas de agricultura em que se utiliza a cobertura morta, em solos muito pobres e com pequena quantidade de massa para ser queimada e em regiões com déficit hídrico acentuado (DEMATTÊ, 1988).

Segundo Santos et al (1992), um dos efeitos das queimadas é a imediata elevação da temperatura local. Os principais efeitos da elevação da temperatura do solo estão relacionados a alterações biológicas e químicas. Redin et al (2011) ressalta que as propriedades químicas e biológicas estão interligadas e são afetadas pelo fogo de forma simultânea. Ainda segundo o mesmo, as principais alterações que podem ocorrer nas propriedades físicas de um solo são evidenciadas pela diminuição do volume de macroporos, do tamanho de agregados e da sua taxa de infiltração de água, “A queima além de alterar a umidade do solo, em função das mudanças na taxa de infiltração e na taxa de transpiração, pode alterar, por consequência o estoque de água no solo” (REDIN et al, 2011, p.4).

No Brasil, resultados realizados em Latossolo, mostraram que a queima promove a formação de uma crosta superficial e esta reduz a infiltração da água no solo (HERNANI, et al, 1987). Provoca também a compactação dos solos o que dificulta o enraizamento das plantas impedido o seu desenvolvimento.

Em relação aos atributos químicos, pode ser observado que “A queima da vegetação morta enriquece o solo da camada superficial na maioria dos nutrientes, por acelerar a mineralização, quer química ou biológica” (RHEINHEIMER et al, 2003, p.50).

Como as plantas somente absorvem nutrientes mineralizados, é natural que elas cresçam mais rapidamente em áreas queimadas. Entretanto, esses efeitos tendem a desaparecer, em médio prazo, na lixiviação dos nutrientes pela ação de chuvas, o que resulta em concentrações que podem ser até inferiores às observadas em solos que não sofreram ação do fogo (KNICKER, 2007, *apud* REDIN, 2011).

Os benefícios apresentados pelas queimas na camada superficial do solo são de curto a médio prazo. Ademais, as queimadas aceleram a mineralização da matéria orgânica do solo-MOS, liberam nutrientes, como N e P, para a solução do solo, deixando o N suscetível a perdas por

percolação e volatilização (MROZ et al, 1980). Além disso Albuquerque (2001) salienta que com a ausência da cobertura vegetal presente na superfície do solo há um aumento na perda dos seus nutrientes, pelo processo de erosão hídrica.

As atividades antrópicas envolvendo o solo impactam a diversidade da fauna edáfica. A ação da chama diminui a quantidade de material orgânico que é a fonte inicial de energia dos micro-organismos que, assim, culmina na diminuição da população da mesofauna e, conseqüentemente, na perda da capacidade produtiva do solo (ASSAD, 1996).

Dá mesma forma que as queimadas retiram a cobertura vegetal do solo o deixando exposto, dessa maneira intensificando os processos erosivos, o desmatamento como forma de manejo se apresenta como um agente que pode acentuar esses processos.

A retirada total ou parcial da cobertura florestal, bem como o uso inadequado dessas áreas, reduz a biodiversidade local e pode levar à degradação dos solos através do processo de erosão e empobrecimento do mesmo pela desagregação, remoção e deposição das partículas para outro lugar (LIMA, 2004, p.1)

Com a retirada da cobertura vegetal, seja de pequeno, médio ou grande porte, o solo se encontrará totalmente desprotegido, o que facilitará a erosão e a retirada dos substratos presentes nele. Além disso,

A vegetação atua também como filtro protetor para a radiação solar e a chuva, regulando a temperatura, a umidade e a evaporação, e evitando o splash (salpicamento do solo), através da interceptação das gotas de chuva; diminui o escoamento superficial e a erosão hídrica, pelo aumento da infiltração; e serve como barreira natural contra a ação erosiva dos ventos. (GUERRA; BOTELHO, 1996, p. 97)

Na perspectiva exposta, o emprego das queimadas e desmatamentos no semiárido não são as formas mais produtivas de se tratar o solo. É preciso trabalhar com alternativas ecológicas de baixo custo que sejam capazes de se adaptar ao semiárido com o objetivo de emancipar as pessoas que vivem nessa região. Duque (2004) destaca que a convivência com o semiárido se caracteriza como perspectiva cultural orientadora de processos emancipatórios, de expansão das capacidades criativas e criadoras da população sertaneja.

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. (LOPES, 2014, p. 18)

Diante desse contexto, os sistemas agroflorestais-SAF's surgem como uma alternativa capaz de associar uma variedade de culturas e a conservação do ambiente. “os Sistemas Agroflorestais trazem consigo uma mudança das mais profundas na sociedade e no meio ao propor transformações no sistema de produção, no modo como este opera e como se relaciona com o entorno” (RIGHI, 2015, p.10). Os SAFs surgiram no Nordeste brasileiro como experiências em projetos vinculados a organizações não governamentais (ONGs) e por instituições ligadas à Igreja Católica (SILVA et al., 2014).

Sistema agroflorestal é o nome coletivo para sistemas de uso das tecnologias em que plantas lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras, bambus etc.) são deliberadamente usadas na mesma unidade de manejo de culturas agrícolas e/ou animais, ambas na forma de arranjos especiais ou sequências temporais. Nos sistemas agroflorestais existem ambas as interações ecológicas e econômicas entre os diferentes componentes. (NAIR, 1984 apud RIGHI, 2015, p. 8).

Os sistemas agroflorestais são capazes de preservar o solo, “os SAFs quando utilizados em processos de restauração atuam diretamente na melhoria da estrutura e fertilidade dos solos, pois

a diversificação do componente arbóreo, arbustivo e herbáceo exerce influência positiva sobre a base do sistema: os solos” (ALVES, 2009). Engel (1999) relata que a presença de árvores no sistema traz benefícios diretos e indiretos, tais como o controle da erosão e manutenção fertilidade do solo, o aumento da biodiversidade, a diversificação da produção e o alongamento do ciclo de manejo. Contribui também com a preservação da vegetação nativa, pois

Um determinado consórcio pode ser chamado de agroflorestal na condição de ter, entre as espécies componentes do consórcio, pelo menos uma espécie tipicamente florestal, ou seja, uma espécie nativa ou aclimatada, de porte arborescente ou arbustivo, encontrada num estado natural ou espontâneo em florestas ou capoeiras (florestas secundárias) (DEITENBACH, 2008 p.20).

Essa circunstância ajuda a manter e evitar a perda total da vegetação nativa ainda restante. Além disso, “ajuda a ciclagem de nutrientes e a manutenção da matéria orgânica” (CAMPANHA et al., 2007, p. 2). Ademais, podem contribuir para a solução de problemas no uso dos recursos naturais, por causa das funções biológicas, e socioeconômicas que podem cumprir (ENGEL, 1999). Esse sistema promove também a emancipação das famílias que o utilizam, pois começam a necessitar cada vez menos de insumos externos gerando autonomia sobre a produção.

Existem diversos tipos de sistemas agroflorestais, compostos por diferentes espécies e sob diferentes tipos de manejos, porém em todos eles a biodiversidade presente é sempre muito maior que em monocultivos, sendo responsável pela melhoria da fertilidade dos solos, garantindo maior sustentabilidade (ALVES, 2009). Este ainda afirma que a principal vantagem dos SAF's em comparação aos sistemas convencionais de uso do solo e restauração ambiental é o aproveitamento mais eficiente dos recursos naturais pela otimização do uso da energia solar, pela reciclagem de nutrientes, pela manutenção da umidade do solo e pela proteção do solo contra a erosão e a lixiviação.

Segundo Campos (2015) nos sistemas agroflorestais, devido à presença das raízes densas e profundas das árvores, o uso dos recursos hídricos do solo é mais eficiente. Além disso, o sombreamento do sistema reduz a temperatura do solo que por sua vez perde menos água por evaporação. O autor afirma ainda que os sistemas agroflorestais são sistemas de uso da terra capazes de conservar melhor os solos, pela evidente diminuição da erosão observada em sistemas agrícolas com a utilização de espécies arbóreas.

Em tal caso, percebe-se que através de suas características os Sistemas Agroflorestais podem trabalhar de forma positiva na conservação e restauração em solos que se encontram em processo de degradação. Alves et al (2009, p.8) enfatiza que uma das maneiras de mitigar a maior parte dos impactos negativos causados em áreas degradadas seja pela atividade agropecuária ou outros usos do solo, é o estabelecimento de uma cobertura vegetal perene sobre o local alterado através de Sistemas Agroflorestais.

Alves et al (2009) traz como exemplo uma experiência de um SAF, onde em 1985 iniciou-se um trabalho de recuperação de uma área no sul da Bahia em que esteve sob agricultura de corte e queima durante 40 anos, tornando o solo erodido, sem nutrientes e com baixa disponibilidade de água. Após cinco anos de implantação de um SAF multiestrato obteve-se a primeira produção de cacau e 17 nascentes voltaram a verter água. “Os SAFs também apresentam-se como eficientes reservatórios de gás carbônico (CO₂) e constituem-se em fonte renovável de energia, além de prestarem-se à recuperação de solos marginais e/ou degradados” (RIBASK, et al, 2001, p. 61).

Diante do exposto, observa-se que há uma relação positiva entre os Sistemas Agroflorestais e seu papel em conservar e reverter em partes as áreas que se encontram degradadas por manejo inadequado, sejam por desmatamento, queimadas, ou outras formas de manejo. Melhoram

significativamente a qualidade da matéria orgânica no solo, regulam a sua temperatura, através da cobertura vegetal os processos erosivos ocorrem de forma mais lenta.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as análises dos materiais produzidos sobre a temática em discussão verificou-se que tanto as queimadas como o desmatamento não são práticas condizentes com a realidade do semiárido. Não são meios condenados em todos os casos, mas há aspectos específicos que diminuem a eficácia do uso destes em ambientes com baixo índice pluviométrico como é o caso da região semiárida. O desmatamento facilita o processo de erosão do solo, pois sem a cobertura vegetal se torna suscetível aos impactos causados pela chuva, vento e pelas ações antrópicas. As queimadas elevam a temperatura do solo, modificam seus atributos físicos, químicos e biológicos, comprometendo sua estrutura e seu índice de fertilidade, além de deixar a camada superficial exposta assim como o desmatamento.

Em comparação com as formas de manejo tradicionais apresentadas anteriormente os SAFs apresentam grandes vantagens, pois possibilitam uma interação mais consciente com o meio, além de não restringir a produção pois integra uma variedade de culturas em uma mesma área, desde a criação de animais, cultivos anuais e plantas nativas. Além disso, observou-se que esse sistema atua na conservação do solo, pois não é necessário retirar a cobertura vegetal para o plantio, a presença da vegetação arbórea contribui de forma positiva na redução dos processos erosivos.

Observou-se que apesar da discussão sobre os Sistemas Agroflorestais não serem recentes as pesquisas mostram que no semiárido ainda é algo pouco difundido para os agricultores. É necessário um acompanhamento técnico para que estes possam ser orientados e seguirem o modelo de SAF adequado dentro do seu contexto. A utilização do SAF vem se tornando uma ferramenta para fortalecer a autonomia dos agricultores familiares no semiárido, pois cada vez menos necessitam de insumos externos.

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S. M. S. **A Região Semiárida do Nordeste do Brasil: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos.** Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE ano 5 n. 5 dezembro de 2011.

ALBUQUERQUE, A.W. et al. **Efeito do Desmatamento da Caatinga Sobre as Perdas de Solo e Água de um Luvisolo em Sumé (PB).** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.25, n.1, p.121-128, 2001.

ALVES, L. M. **Sistemas Agroflorestais (SAF's) na Restauração de Ambientes Degradados.** Programa de Pós-graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais. Juiz de Fora-MG, 2009

ASSAD, M. L.R. C. L. **Recursos Biológicos: Ocorrência e Viabilidade.** In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1996, Brasília. Anais... Planaltina: Embrapa-CPAC, 1996. p. 20-24.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro.** Brasília, DF, 2005.

CAMPANHA, M. M. et al. **Análise Comparativa das Características da Serrapilheira e do Solo em Cafezais (Coffea arabica L.) Cultivados em Sistema Agroflorestal e em**

Monocultura, na Zona da Mata, MG. Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 805-812, 2007.

CAMPOS, H. F. **Cadernos da Disciplina Sistemas Agroflorestais: Solos e Nutrição de Plantas com Foco em Sistemas Agroflorestais.** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Universidade de São Paulo, v 1,2015, p.41)

CASTRO, C. N. **A Agricultura no Nordeste Brasileiro: Oportunidades e Limitações ao Desenvolvimento.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Rio de Janeiro, nov. de 2012

CORREIA, R. C. et al. **A Região Semiárida Brasileira.** In: VOLTOLINI, T. V. (Ed.). Produção de Caprinos e Ovinos no Semiárido. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011, cap. 1, p. 21-48.

DEMATTE, J. L. J. **Manejo de Solos ácidos dos Trópicos Úmidos: Região Amazônica.** Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.215

DEITENBACH, A. et al. **Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica.** Ministério do desenvolvimento agrário, Brasília, 2008, p.20

DUQUE, J. G. **Perspectivas Nordestinas.** 2. Ed. Fortaleza: BNB, 2004.

ENGEL, V. L. **Introdução aos Sistemas Agroflorestais.** Botucatu: FEPAF,1999, p.4

GUERRA, A. J. T; BOTELHO, R. G. M. **Características e Propriedades dos Solos Relevantes para os Estudo Pedológicos e Análise dos Processos Erosivos.** Anuário do Instituto de Geociências - V. 19 – 1996, p.93-114

HERNANI, L. C. et al. **Influência de Métodos de Limpeza de Terreno sob Floresta Secundária em Latossolo Amarelo do Vale do Ribeira, SP.** II. Perdas por erosão. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 11, n. 2, p. 215-219, 1987

JACOMINE, P. T. K. **Solos sob Caatinga: Características e Uso Agrícola.** In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p. 96-111.

LIMA, P. C. F. **Áreas Degradadas: Métodos de Recuperação no Semi-árido Brasileiro.** In: Reunião Nordestina de Botânica,27., 2004, Petrolina, PE. [anais...]. Petrolina: SBB; Embrapa Semi-Árido; UNEB, 2004. p. 70-79

LIMA, V. C.; LIMA, M. R. **Formação do Solo.** In: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ; DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA. O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007.

LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. **Manejo dos Cestos Culturais: Efeito da Queima Sobre Algumas Propriedades Físicas e Químicas do Solo e Sobre a Produção de Milho.** In: Congresso Brasileiro de Ciência do solo,14, 1973, Santa Maria. Anais...Santa Maria; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1974. p. 690-701.

LOPES, A. A. N. **Qualidade do Solo em Unidades de Manejo Agroflorestal e Mata Nativa em Neossolo Flúvico no Município de Irauçuba-CE.** Dissertação apresentada em Mossoró – RN 2014.

- MARENGO, J. A. **Mudanças Climáticas Globais e Seus Efeitos Sobre a Biodiversidade: Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao Longo do Século XXI**. Brasília, DF: MMA, 2006. p.202. il. (Biodiversidade, 26).
- MEIRELLES, M. L. **Efeito do Fogo Sobre a Umidade do Solo em Área de Campo Sujo de Cerrado**. Ciência e Cultura, São Paulo, v. 42, n. 7, p. 359-360, jul. 1990.
- MROZ, G. et al. **Effectsoffireonnitrogen in Forestfloorhorizons**. Soil Science Society America Journal, Madison, v. 44, n. 2, p. 235-242, 1980.
- NUNES, L. A. P.L.et al. **Impacto da Queimada e de Enleiramento de Resíduos Orgânicos em Atributos Biológicos de Solo Sob Caatinga no Semi-árido Nordeste**. Caatinga (Mossoró, Brasil), v.22, n.1, p.131-140, janeiro/março de 2009
- REDIN, M. et al. **Impactos da Queima Sobre Atributos Químicos, Físicos e Biológicos do Solo**. Revista Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 381-392, abr.-jun., 2011.
- RESENDE, M. et al. **Pedologia Base Para Distinção de Ambientes**. Lavras-MG, 2014, p.158.
- RIGHI, C. A. **Cadernos da Disciplina Sistemas Agroflorestais**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, v 1, p. 8, 2015.
- RIBASKI, J; MONTOYA, L.J; RODIGHERI, H. R. **Sistemas Agroflorestais: Aspectos Ambientais e Socioeconômicos**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.22, n.212, p.61-67, set./out. 2001
- RHEINHEIMER, D. S. et al. **Modificações nos Atributos Químicos de Solo sob Campo Nativo Submetido à Queima**. Ciência Rural, Santa Maria, v.33, n.1, jan-fev, p.49-55, 2003
- SANTOS, D. et al. **Queimadas e Erosão do Solo**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte. V 16, n. 176, p. 62-68, 1992.
- SILVA, P. C. G. et al. **Caracterização do Semiárido Brasileiro: Fatores Naturais e Humanos**. Revista Alice, In: (Ed.). Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.
- SILVA, R. M. A. **Entre o Combate à Seca e a Convivência com o semiárido: políticas públicas e transição paradigmática**. Revista Econômica do Nordeste. Fortaleza. V. 38. N. 3. jul./set. 2007.
- SILVA, T. T; DRUMOND, M. A.; BAKKE, I. A. **Agrofloresta no Semiárido Cearense: uma Experiência de Sucesso no Município de Nova Olinda**. In: Congresso Internacional da Realidade Semiárida, 2.; Simpósio Alagoano Sobre Ecossistemas do Semiárido,2014, p.

ANÁLISE DAS UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS PARA A CONSTITUIÇÃO DO MAPA DE SOLOS POROSOS NO CEARÁ

Ana Raina Carneiro Vasconcelos
Ana Dêgyla Carneiro Vasconcelos
Andrezza da Silva Lima
Vanda Tereza Costa Malveira

1. INTRODUÇÃO

Há em todo o tempo geológico mudanças constantes devido aos fatores intervenientes que atuam principalmente na cobertura ambiental e topográfica. Ab'Saber (1969, apud MACHADO, 2010) propôs uma análise dinâmica da geomorfologia aplicada aos estudos ambientais, com base na pesquisa de três fatores interligados: identificação de uma compartimentação morfológica dos terrenos; levantamento da estrutura superficial das paisagens e estudo da fisiologia da paisagem. Assim, é preciso uma investigação minuciosa da geotecnia, geologia local e regional a fim de caracterizar os solos para o uso. Também se faz necessário uma análise de suas propriedades físicas e químicas, checar suas adequabilidades e observar a viabilidade das obras em conjunto com seus riscos e ações que os contêm de acordo com o tipo de solo.

Para a caracterização de um solo, alguns quesitos são analisados como permeabilidade, coesão, resistência, entre outros. A porosidade é uma propriedade física do solo que pode ser definida através da relação entre o volume de poros, ocupados por água ou ar, e o volume total do material. Segundo Ranzani (1969), o volume total de poros em um solo dificilmente é inferior a 30% e quase nunca ultrapassa 60%, ocorrendo algumas exceções como os solos porosos. Essa categoria de solos tropicais especiais, que tem por principal característica a alta porosidade, apresenta baixo grau de saturação e densidade, com elevada permeabilidade, indícios de colapsibilidade e alta compressibilidade, como relata Fumió (1982). Em resultado da influência dos processos naturais (lixiviação e laterização), o solo apresenta coloração avermelhada por possuir ferro e alumínio em sua composição. Solos com tais atributos podem ser usados para a construção de bases e sub-bases compactadas de pavimentos e para servir de apoio às ombreiras das barragens de terra, por formalizações já classificadas a essa categoria.

Devido às características inerentes a esse material altamente poroso, a quebra de cimentação pelos agentes naturais provoca espaços em que se sobressai um outro fator integrante do solo: a água. A diferença entre a pressão no ar e na água dos poros do solo pode influenciar na estabilidade da estrutura. Os fenômenos de secagem e inundação, com consequente variação da sucção, ocasionam o desprendimento das partículas do solo e perda de massa por imersão. O objetivo desta pesquisa configura-se em apontar regiões do estado do Ceará abrangidas com essa categoria de solos porosos. A metodologia empregada consiste na interligação de mapas pertencentes a unidades geológico-ambientais e na compatibilidade de características dos solos porosos. Tem-se como resultado um mapa de susceptibilidade à formação de solos porosos no Ceará.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentado o processo de formação, características e a caracterização de atributos para formação de solos porosos. Este solo presente no semiárido é formado pela ação do intemperismo que atua em determinados tipos de rochas e solos. Já as características geofísicas do solo são de extrema importância para facilitar o processo de conhecimento do mesmo e assim evitar riscos para as futuras obras.

2.1 Formação dos solos porosos

O intemperismo atua sobre rochas específicas e transforma-as em solos porosos por etapas físicas e químicas. Segundo Vargas (1974), a lixiviação é o agente que desencadeia a formação dos solos porosos pois, através dela, resultam no processo de laterização. Passados por essa evolução pedológica, recobrem solos sedimentares ou coluviais e solos residuais típicos. As regiões que apresentam esse tipo de solo caracterizam-se por uma topografia levemente ondulada, em elevadas bacias terciárias e planaltos. O clima, como fator determinante, apresenta separações claras entre verões chuvosos e invernos secos.

O estudo da hidrogeologia é muito importante para analisar os vazios presentes em um solo e observar os caminhos preferenciais da água. As condições de porosidade são consideráveis, pois influenciam na saturação, na resistência e na colapsibilidade do solo estudado. De acordo com Mello (2014), a porosidade também pode ser avaliada em dois tipos: primária e secundária. A porosidade primária retrata uma porosidade adquirida ao longo da formação de sedimentos caracterizados por distribuições, cimentação, arranjos e conexões entre vazios. A secundária é obtida depois da formação de sedimentos necessitando de, ao menos, quatro fatores dentre a dissolução, o alívio de tensão por remoção erosiva, o tectonismo gerando dobras, as juntas e falhas, a recristalização com diminuição de volume gerando vazios e a retração de volume devido à perda d'água.

De acordo com os tipos de classificações apresentadas, é possível classificar os solos porosos como os que foram submetidos a uma porosidade secundária, pois surge após processos que incluem clima, solo e intemperismo. O intemperismo desagrega os minerais das rochas, fragmenta-os, modifica sua composição e forma novos minerais.

2.1.1 Agentes químicos

O principal agente químico responsável pela formação de solos porosos é a laterização. Melfi (1994) apresenta o território brasileiro coberto em torno de 70% com os solos lateríticos. Formam-se pela perda da estrutura de origem ou da rocha-mãe de forma homogênea, podendo ser necessariamente residual ou transportada. Por meio da umidade do ar ou da água que escoar da chuva, condições para diversos processos de alteração são favorecidos, incluindo a dissolução e a hidrólise. Na rocha, as famílias de alcalinos em seus elementos constituintes, com o controle do pH e existência de minerais silicatos, têm propensão à ocorrência de dissociações e à formação de soluções alcalinas. Com tal solução na interface, a estrutura cristalina do mineral é alterada com a liberação da sílica e permanência do alumínio e ferro, formando o processo de laterização (MELLO, 2014). A retirada e a deposição dos argilominerais são fatores que aumentam a porosidade. Portanto, a laterização torna-se uma drenagem do subsolo.

As rochas que sofrem essa hidratação e oxidação dos minerais, devido ao ferro e ao alumínio, perdem volume e peso pela partida de elementos. Logo, a cimentação dos grãos com a sucção resulta no enfraquecimento da resistência e da rigidez da estrutura. De acordo com Freitas (2016), essa ruína torna inapropriado identificar o comportamento mecânico deste solo. Estas camadas lateríticas revelam coloração avermelhada, com fração de argila formada por caulinita e óxidos supracitados, de alta permeabilidade.

Além das condições químicas, as condicionantes a formação de lateritas são: textura suficientemente porosa para entrada das águas; clima tropical sujeito a alternância de estações secas e úmidas; topografia de planalto ou de superfície ligeiramente inclinada que não esteja sujeita a erosão mecânica apreciável (FUMIÓ, 1982).

2.1.2 Agentes físicos

Há em climas tropicais, variações sucessivas de volume das rochas pela insolação intensa com a incidência de bruscos resfriamentos por chuvas (MELLO, 2014). Este efeito destaca o clima como um dos principais fatores para a ocorrência de solos porosos. Invernos secos e verões chuvosos geram variações térmicas nas rochas acarretando em compressão e dilatação. Esses efeitos físicos destroem a parte cristalina das rochas gradativamente, iniciando a degradação de cristais e aumentando os vazios.

Assim, os minerais de maiores escalas de cristalização expostos a maiores pressões e temperaturas estão mais propícios à mudança por meio do intemperismo. Por meio do banco de dados do Museu de minerais, minérios e rochas Heinz Ebert, enquadram-se como rochas menos estáveis as rochas basálticas, areias e argilas terciárias unidas ao cascalho (solos metamorfizados) e arenitos porosos. Já os domínios são as coberturas sedimentares e vulcanossedimentares e sedimentos cenozóicos.

2.2 Características geofísicas dos solos porosos

As características geofísicas dos solos porosos são fundamentais para bases de obras civis. Estes conceitos ajudam a assegurar estabilidade das estruturas e também indicar possíveis métodos de tratamento e execução para evitar danos e riscos. A distribuição das partículas de solo, sua composição, associações de vazios e as forças atuantes estabelecem elementos fundamentais para a análise do comportamento de solos denominados como colapsíveis (GUSMÃO, 2005).

Como consequência, a colapsibilidade pode ser uma característica presente no solo com elevado aumento das pressões. De acordo com Dudley (1970), os requisitos primordiais para propiciar o desequilíbrio desses solos porosos são o índice de vazios alto e grau de saturação baixo. Esses fatores proporcionam a quebra do elo entre os materiais e a sua coesão. O solo que está prestes a colapsar apresenta resistências temporárias geradas pela sucção e por elementos cimentantes que se mantêm devido às forças na interface ar-água-sólidos e, em alguns casos, aos vínculos de cimentação (SAAB, 2016). Por meio da umidade presente no solo, a sucção diminui decorrente da redução das forças de capilaridade e da adsorção acarretando um colapso. Depois de colapsar, a estrutura é analisada pela permeabilidade (CRUZ, 2004). O fator que determina esta característica é a condição inicial de moldagem, mesmo que os solos apresentem igual índice de vazios. Desta forma, a permeabilidade está diretamente ligada aos poros diferenciados que mostram vazões diferentes.

As relações de sucção e umidade estão diretamente relacionadas à distribuição granulométrica dos solos. O solo argiloso menos permeável com partículas mais coesas e quantidade maior de microporos tem sucções maiores para os mesmos teores de umidade dos solos arenosos (MENEZES, 2010). Portanto, os solos porosos são correlacionados com granulometria, umidade, permeabilidade e, com um dos componentes que mais influência nesse tipo de solo, a sucção dada pela água.

2.3 Caracterização de atributos para formação de solos porosos

De acordo com Walter Penck (apud Guerra, 1997), o relevo é um conjunto de ações simultâneas de forças endógenas e exógenas, atuando respectivamente, no sentido de acentuar o relevo e no sentido de atenuá-lo. Assim, são diversas formas de construção de solos do ponto de vista geológico, geomórfico e processos constituintes.

Admite-se que os solos porosos possuem, como constituição geomorfológica, uma amplitude de relevo maior do que o nível do mar e topos planos ou suavemente inclinados e franco predomínio de processos de pedogênese, com frequente atuação de processos de laterização, erosão laminar ou linear (VARGAS, 1974). Assim, as regiões suscetíveis à formação de solos porosos têm como

formas de relevo: tabuleiros (formas suavemente dissecadas, variando de 20 a 50 m e inclinações entre 0-3° e topos planos); chapadas e platôs (superfícies tabulares alçadas ou relevos soerguidos, variando de 0 a 20 m e topos planos); planaltos (superfícies mais elevadas que os terrenos adjacentes entre 0 e 50 m, inclinação entre 2-5° e topo plano a suavemente ondulado); superfície aplainadas (superfícies planas a levemente onduladas, entre 0 e 10 m e inclinação de vertentes que variam de 0 a 5°); colinas amplas/suaves e dissecadas/morros baixos (formas pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos amplos, de morfologia tabular ou alongada que varia de 20 a 50 m e inclinação de vertentes entre 3-10°).

Como fator limitante, tem-se a descrição da unidade geológica ambiental e a textura. A UNIGEO (Descrição da unidade geológico-ambiental) é agrupada com características semelhantes do ponto de vista da resposta ambiental a partir da subdivisão dos domínios geológico-ambientais. Já a textura relaciona-se ao padrão textural de alteração da rocha ou ao grupo de rochas que compõe a unidade geológico-ambiental (MACHADO, 2010). Estas unem-se formando tal divisão propícia aos solos porosos como: predominantemente arenoso (substrato rochoso sustentado por espessos e amplos pacotes de rochas arenoquartzosas); predominantemente argiloso (predominância de rochas que se alteram para argilominerais, a exemplo de derrames basálticos); e variável de arenoso a argilossiltoso (sequências sedimentares e vulcanossedimentares compostas por alternâncias irregulares de camadas pouco espessas e de composição mineral contrastante).

O estudo da origem das rochas e suas transformações é denominado litologia (GUERRA, 1997). Como auxílio à geomorfologia na caracterização existente, as fácies litóticas são grandes influenciadoras na formação dos solos porosos e possuem indícios de sua constituição. O litotipo predominante contém laterita, arenito, conjunto de areia, argila (ou silte) e cascalho, basalto, alguns conglomerados consolidados pela matriz e siltitos.

O complexo geológico caracteriza áreas ocupadas por determinadas litologias. Para o desenvolvimento de solos porosos, os domínios apresentam-se por: domínio dos sedimentos cenozoicos inconsolidados do tipo coluvião e tálus (terrenos geologicamente novos que sustentam planos elevados constituída por areia e sedimentos eluviocoluvionares de granulometria diversificadas, conferindo porosidade); domínio dos sedimentos cenozoicos e mesozoicos pouco consolidados, associados a bacias continentais (arenitos conglomerativos e arenitos com predomínio de sedimentos e, solos residuais quartzoarenosos condicionando altas porosidades e permeabilidades); domínio das coberturas sedimentares e vulcanossedimentares mesozoicas e paleozoicas pouco consolidadas, associadas a bacias sedimentares do tipo sinéclise (possuem boa homogeneidade geomecânica e hidráulica com unidades em que predominam sedimentos arenosos, constituídos de aquíferos porosos e muito permeáveis).

3. MATERIAL E MÉTODO

Esta seção se concentrará nas diversas etapas que envolveram o tratamento digital dos dados no desenvolvimento da localização desse tipo de solo no estado do Ceará.

A metodologia realizada consiste na interconexão de mapas e suas interseções de compatibilidade com base nas características dos solos porosos mencionados acima. Os mapas foram elaborados seguindo informações bibliográficas voltadas para o ambiente dos solos porosos, apoiados com todo o material digital em forma de shapes fornecidos pela CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais). Na escala 1:1.000.000, do recorte do estado, selecionaram-se atributos aplicáveis aos compartimentos de relevo, textura, unidade geológica ambiental, complexo geológico e litotipo.

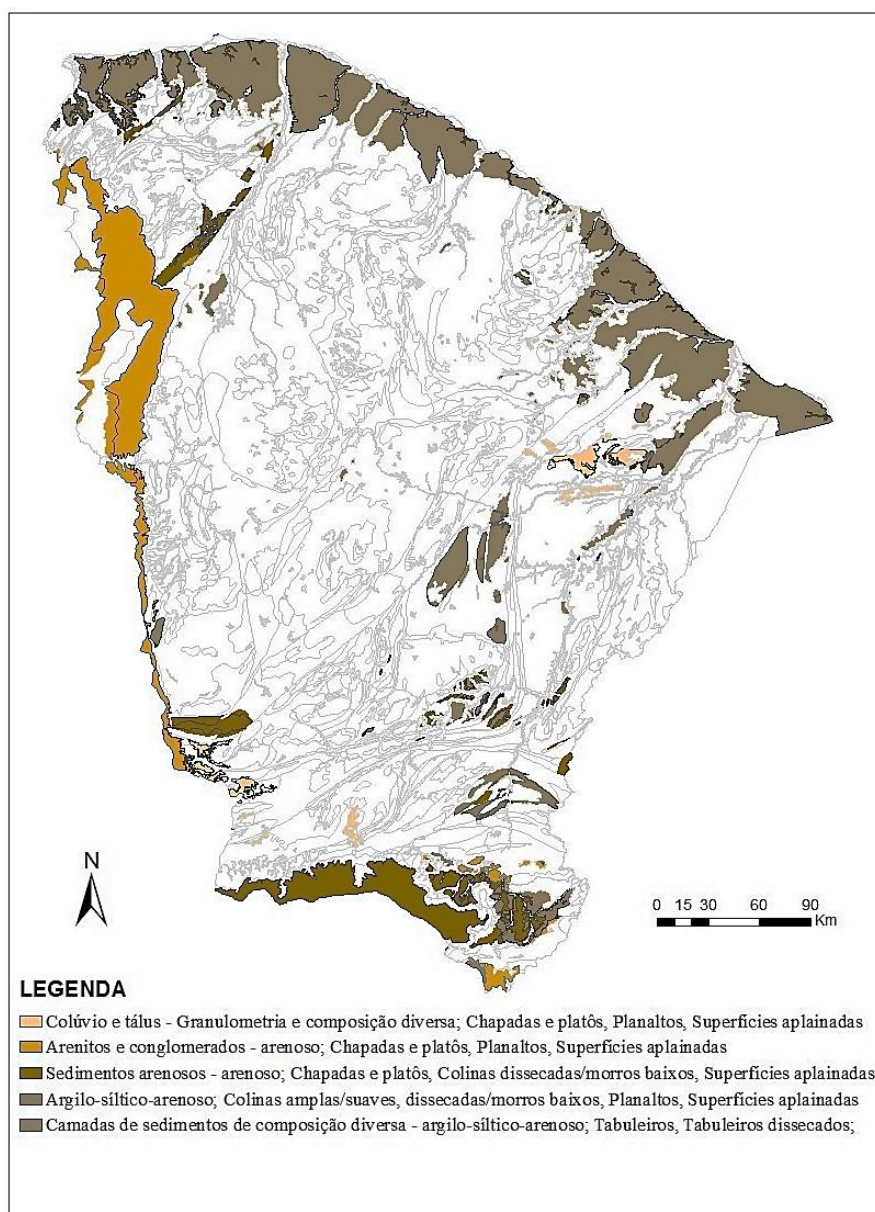
Os mapas de atributos foram divididos em três: o mapa de compatibilidade entre relevo, textura e unidade geológica; mapa de compatibilidade entre litotipo e relevo; e mapa de compatibilidade

entre complexo geológico e litótipo. Com as áreas ilustradas do Ceará nos três mapas, destacou-se no quarto mapa a interseção entre essas regiões formando o mapa de susceptibilidade à formação de solos porosos no estado.

4. MAPAS DE ATRIBUTOS PARA SOLOS POROSOS DO CEARÁ

Com as condições estabelecidas para a laterização e, por consequência, o aumento de poros, a região de solos porosos do estado do Ceará, da zona 24 em UTM e datum em SIRGAS 2000, apresenta como atributo de relevo os tabuleiros, chapadas e platôs, planaltos, superfícies aplainadas, colinas amplas/suaves e dissecadas/morros baixas. Além disso, a textura e a descrição da unidade geológica-ambiental devem ter características de solos predominantemente arenosos, argilosos ou variáveis de arenoso a argilossiltoso para a formação de solos porosos (Figura 1).

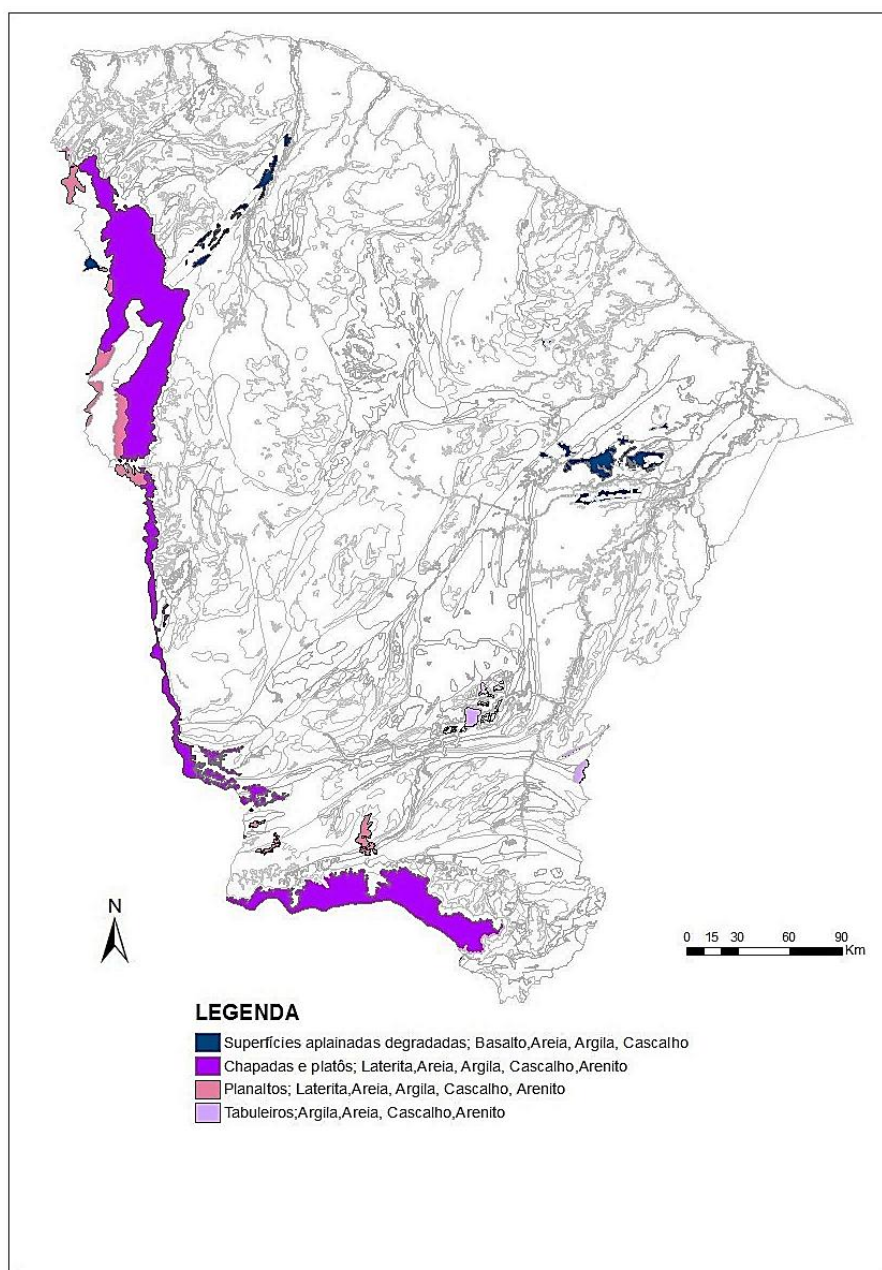
Figura 1- Compatibilidade entre Relevo, Textura e Unidade Geológica no Ceará.



Fonte: Adaptado de CPRM (2019).

Nas rochas mais propícias retomam-se as rochas basálticas, areias e argilas terciárias unidos a cascalho (solos metamorfizados) e arenitos porosos. Admite-se como fator limitante o relevo e suas formas já supracitados (Figura 2).

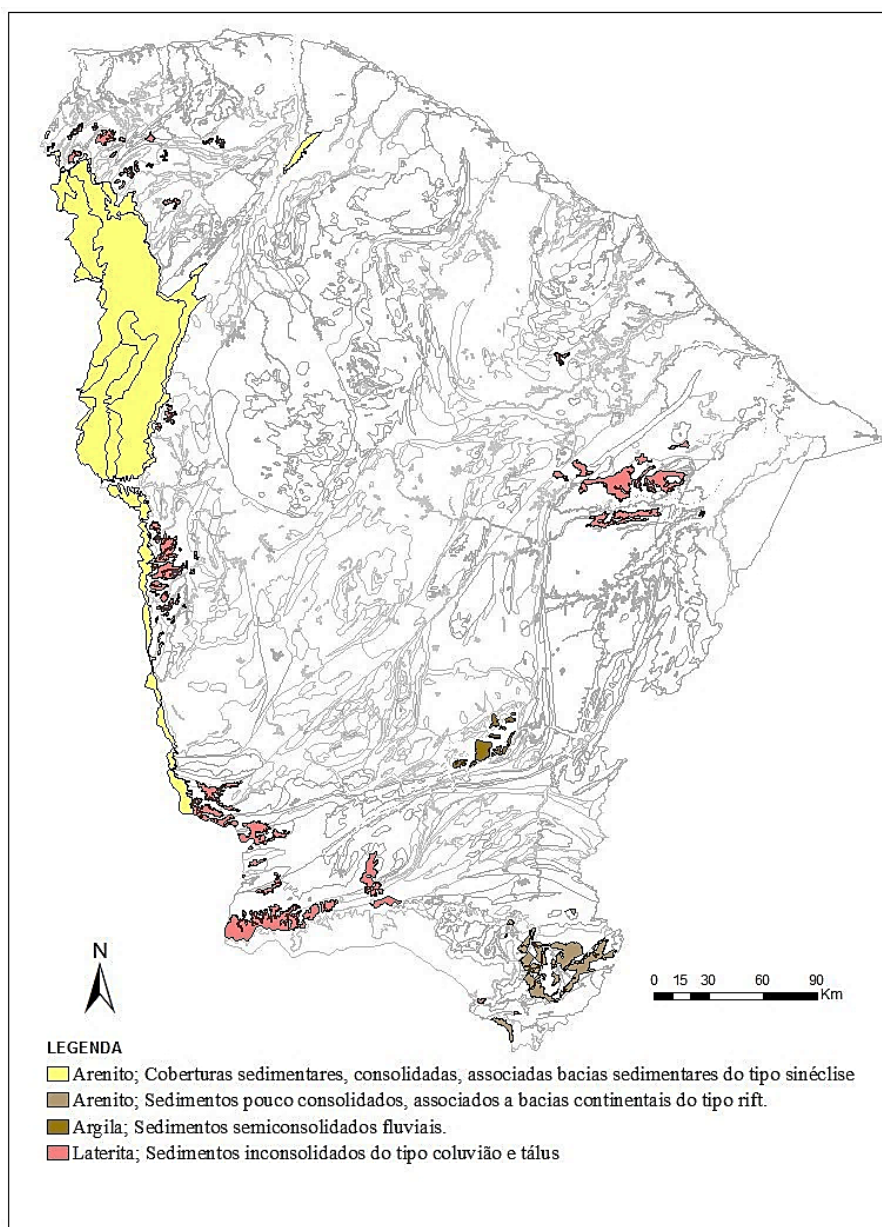
Figura 2- Compatibilidade entre Litotipo e Relevo no Ceará.



Fonte: Adaptado de CPRM (2019).

Por fim, a caracterização e localização de um determinado tipo de solo exige o conhecimento da formação geológica dos locais de interesse constituindo o quarto fator importante: o complexo geológico. Os domínios são compostos por coberturas sedimentares e vulcanossedimentares e sedimentos cenozoicos (Figura 3).

Figura 3- Compatibilidade entre Complexo Geológico e Litotipo no Ceará.

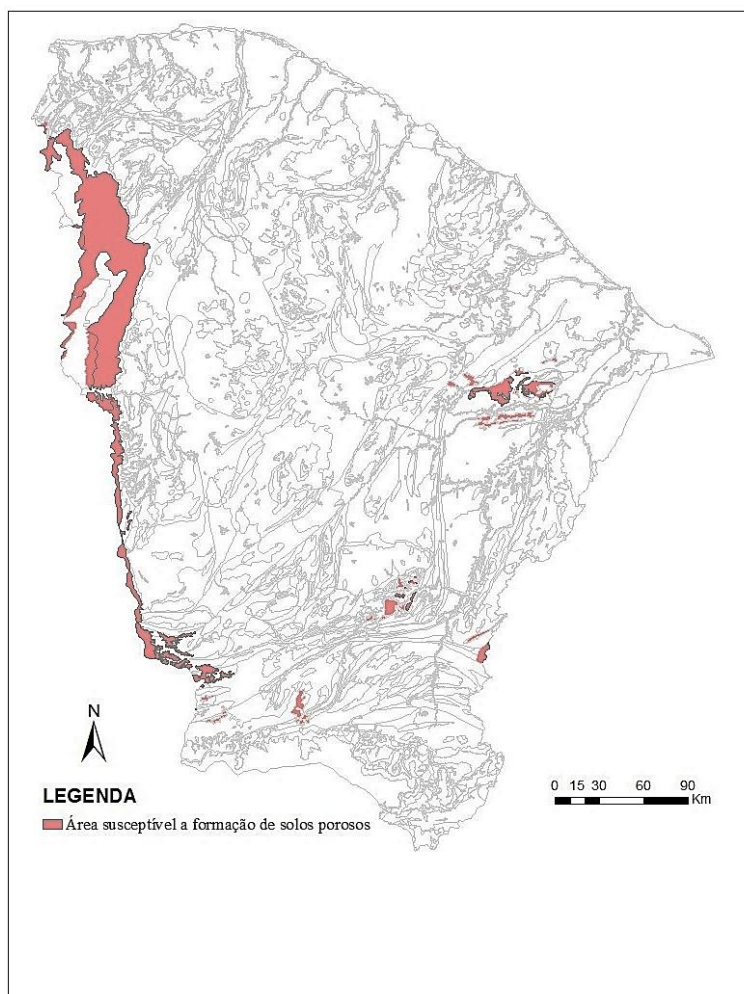


Fonte: Adaptado de CPRM (2019).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estado do Ceará possui predominância em complexos cristalinos observando-se certo conforto em termos de resistência e estabilidade de maciços naturais, uma vez que após rasas camadas de solos, logo abaixo há rochas nos horizontes. Por outro lado, podem ocorrer os solos porosos, que associados à certa colapsibilidade, provocam instabilidade em suas estruturas. No estado, é possível identificá-los tomando por base classificações por geomorfologismo, UNIGEO, textura e complexo geológico (Figura 4).

Figura 4- Mapa de susceptibilidade de solos porosos no Ceará.



Fonte: Autoras, 2019.

Ao mesmo modo classificado por Fumió (1982), esse tipo de material encontra-se em elevações coincidindo justamente com planaltos, chapadas, platôs, tabuleiros em domínios de sedimentos ou coberturas sedimentares ou vulcanossedimentares predominantemente arenoso, argiloso ou argílico-siltoso-arenoso imbuídos em laterita, arenito, conjuntos de areia, argila (e/ou silte) e cascalho, basalto. A partir dessa análise deduz-se que a localização geográfica das áreas susceptíveis à formação dos solos porosos é remetente no extremo oeste e partes pontuais ao sul e leste do estado.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conferindo informações geomorfológicas claras e aplicadas em estudos de viabilidade menos onerosos e econômicos em relação aos solos, há conhecimento das condicionantes do projeto com noção da geologia estrutural da área. Assim, mapas que localizem solos porosos no estado do Ceará faz-se imprescindível para constituir um passo para reverter os possíveis problemas que venham a surgir em obras de terra e, com devida caracterização, identificar medidas preventivas minimizando seus riscos e desastres. É preciso conhecer os problemas e dificuldades a fim de que, no presente, estude-se encontrando opções e soluções viáveis para melhorar as obras no futuro por meio de análises de unidades geológico-ambientais ou de outros aspectos intimamente ligados aos ambientes do semiárido.

Recomenda-se a continuidade dos estudos, focando principalmente em termos de permeabilidade e resistência em períodos de inundação que venham a ocorrer no Ceará ou em outros estados que contenham tal solo, recorrendo ao auxílio das características geológicas, geográficas, ambientais.

Agradecimentos: FUNCAP, IFCE, UVA.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.

BANCO DE DADOS, Museu de Minerais, Minérios e Rochas Heinz Ebert. Disponível em: <<https://museuhe.com.br/banco-de-dados/>>. Acesso em: 06 nov. 2019.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, **Levantamentos de Geodiversidade- SIG (vetores)- Mapa de geodiversidade do estado do Ceará.** Disponível em: < <http://geosgb.cprm.gov.br/downloads/>>. Acesso em: 03 jul. 2019.

CRUZ, P. T. **100 Barragens brasileiras: casos históricos, materiais de construção projeto.** São Paulo: Oficina de Textos, 1996. 648p.

FREITAS, M. C. de. **Avaliação de técnica de melhoria de solos colapsíveis por meio de solo laterítico compactado.** São Carlos: Serviço Gráfico da EESC/USP, 2016. 201p.

FUMIÓ, B. L. C. **Barragens de terra sobre solos "porosos": análise de soluções de drenagem na fundação.** Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 1982. 96p.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 652 p.

GUSMÃO, A. D.; FILHO, J. de A. G.; OLIVEIRA, J. T. R.; MAIA, G. B. **Geotecnia no Nordeste.** Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. 543p.

MACHADO, M. F.; SILVA, S. F. da. **Geodiversidade do estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte: CPRM, 2010. 136p.

MELFI, A. J. **Laterita e processos de laterização:** aula inaugurada pós-graduação em Geotecnia da USP. São Carlos: CETEPE, 1994.

MELLO, Victor F. B. de. **Geotecnia do subsolo e de materiais terrosos-pedregulhosos construídos: primórdios, questionamentos, atualizações.** São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 246p.

MENEZES, M. B. M. de; PEJON, O. J. Análise da influência do teor de umidade na absorção d'água e sucção dos solos em estudos de erodibilidade. **UNESP Geociências.** São Paulo, v. 29, n. 2, 2010.

RANZANI, G. **Origem e desenvolvimento do solo.** Piracicaba: ESALQ, 1969. 217p.

SAAB, Alfredo Lopes. **Influência da sucção nos parâmetros de compressibilidade de um solo não saturado.** São Paulo: UNESP, 2016.

VARGAS, Milton. **Engineering properties of residual soils from South-Central Region of Brazil.** International Congress of the Intern. Association of Engineering Geology, 2nd. São Paulo, 1974.

CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL DE SOLO EM ARRASTE NO BIOMA CAATINGA.

54

Jacques Carvalho Ribeiro Filho
Janiely Pereira da Silva
Helba Araújo de Queiroz Palácio
José Bandeira Brasil

1. INTRODUÇÃO

Os recursos naturais são componentes essenciais dos ecossistemas. Esses recursos, constituem-se como ativos naturais e fornecem funções sociais, econômicas, ecológicas e serviços à sociedade. As funções de amplo alcance dos recursos terrestres são, no entanto, seriamente comprometidas devido à degradação da terra em muitas partes do mundo, particularmente a erosão do solo pela água e vento (GESSESSE, 2014). As questões relacionadas à erosão têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, especialmente em regiões semiáridas de países como o Brasil, onde grande parte da população depende de atividades econômicas ligadas à agricultura (SANTOS *et al.*, 2007; ZANG *et al.*, 2017).

A erosão hídrica, desencadeia vários fatores de degradação do solo tais como, redução da fertilidade e capacidade reduzida de armazenamento de água no solo (SANTOS *et al.*, 2016), poluição e sedimentação de corpos d'água (SANTOS *et al.*, 2016). Fatores negativos como estes podem causar o abandono da terra e levar ao declínio das comunidades rurais (BAKKER *et al.*, 2005), principalmente em regiões semiáridas, onde à alta fragilidade hídrica e presença de regimes de precipitação pluviométrica com alta variabilidade espacial e temporal (FREITAS *et al.*, 2013; ANDRADE *et al.*, 2016) ocorrem com alta frequência.

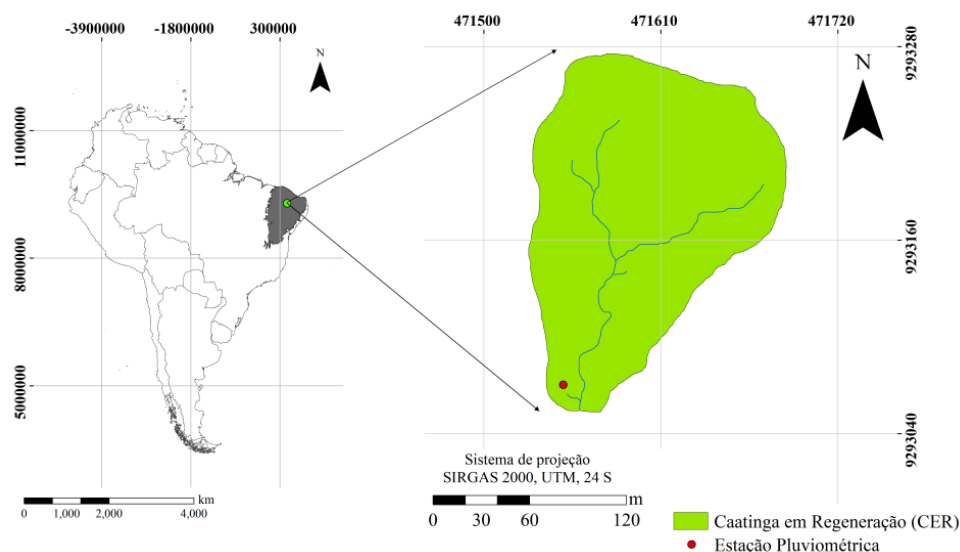
A produção de sedimentos em arraste são as partículas de sedimento que rolam ou escorrem longitudinalmente no curso d'água. As partículas estão em contato com o leito praticamente todo o tempo (CARVALHO, 2008). A produção de sedimentos que vem por arraste do leito, comumente apresenta grande dispersão de valores em seu resultado. Tal fato deve-se às diversas interferências físicas no transporte de sedimento do leito sendo os principais: gravidade, a velocidade da corrente, o atrito das partículas com o material do leito, a declividade do leito, a profundidade (LIMA NETO; WIEGAND; ARAÚJO, 2011).

É importante entender bem a relação entre a erosão do solo e os padrões da paisagem, para que a conservação do solo e da água nas bacias hidrográficas possa ser otimizada (ZANG *et al.*, 2017). A obtenção da melhor correlação entre paisagem e perdas de solo é dificultada pela falta de conhecimento das características físicas das chuvas e conhecimento dos sedimentos erodidos. Nesse contexto, em decorrência da escassez de informações básicas das respostas chuva *versus* respostas hidrosedimentológicas em regiões semiáridas, o presente trabalho buscou analisar como as características da chuva influenciam na produção de sedimentos e na classificação textural das partículas de solo em arraste em uma região semiárida do Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia hidrográfica monitorada está localizada na bacia do Alto Jaguaribe, mais precisamente no município de Iguatu, na região Centro Sul do Ceará, entre as coordenadas geográficas 6°23'42'' a 6°23'47'' S e 39°15'24'' a 39°15'29'' (Figura 1), em área de domínio territorial pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: Banco de dados do Grupo de Pesquisa em Manejo de Água e Solo no Semiárido (MASSA)

A microbacia em estudo é formada por cursos d'água classificados, segundo Strahler, como de 2ª ordem, sendo desta forma, área de nascente microbacia, com 2,06 ha. A microbacia em estudo possui vegetação caatinga arbórea arbustiva fechada, caducifólia e que de acordo com populares da região a área não é explorada há mais de quarenta anos, permanecendo em regeneração.

O clima da área de estudo é classificado como BSw'h' (Semiárido quente), conforme a classificação climática de Köppen com precipitação média histórica entre os anos de 1974 e 2018 para o município de Iguatu é de 998 mm. A região é caracterizada por duas estações: uma estação chuvosa de janeiro a junho e uma estação seca de julho a dezembro.

O solo da microbacia é classificado como VERTISSOLO EBÂNICO Carbonático típico (SANTOS *et al.*, 2018). O relevo é pouco acidentado, com solos relativamente profundos com presença elevada de silte nas camadas superficiais e subsuperficiais. A composição granulométrica da microbacia é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Análise granulométrica da microbacia com Caatinga em regeneração

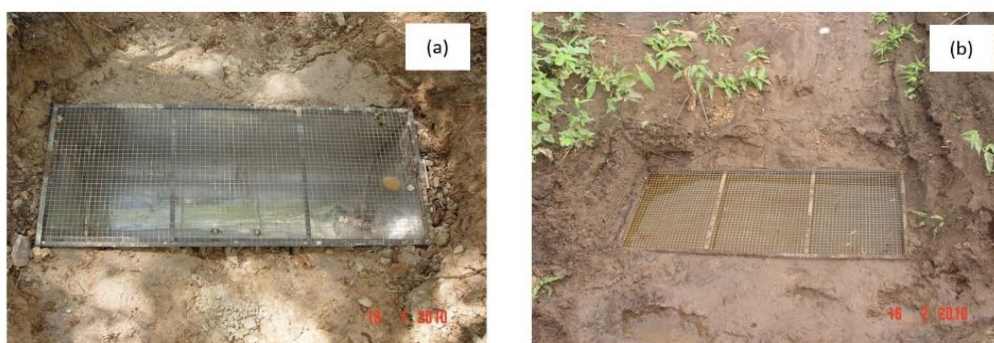
Microbacia	Caatinga em Regeneração		
Horizontes	A	B	BCv
Profundidades (cm)	0 a 5	5 a 21	21 a 31
Granulometria do solo em estudo			
Areia (g kg ⁻¹)	137	205	182
Silte (g kg ⁻¹)	447	405	470
Argila (g kg ⁻¹)	416	390	348

O período de estudo compreendeu de janeiro a julho de 2019, no qual foram monitorados eventos de chuva natural a cada 24 horas. Utilizou-se um pluviômetro do tipo Ville de Paris e um pluviógrafo de báscula com precisão de 0,2 mm.

De posse dos dados de precipitação, foram calculadas as intensidades (I) de cada evento, em mm h⁻¹, além da máxima intensidade em trinta minutos, I30 em mm h⁻¹. A erosividade (EI30) associada à chuva, em MJ ha⁻¹ mm⁻¹, foi obtida pela Equação de energia cinética proposta por Foster *et al.* (1981), e pelos produtos da Intensidade máxima de 30 minutos e altura de chuva. Durante o período coletou-se ainda amostras de solo para determinar a umidade antecedente do solo de um dia anterior pelo método termogravimétrico.

Para a aquisição de dados de escoamento, a microbacia foi equipada com uma calha do tipo Parshall. As elevações de nível de água ou cotas registradas no sensor automático de pressão HOBO U20, foram convertidas posteriormente em vazão, mediante equação específica da calha. A montante da calha foi instalado um coletor de sedimentos de arraste (fosso) (Figura 2). O fosso tem capacidade de 185 L, no intuito de reter todo o volume de solo em arraste, sendo os sedimentos coletados após o término de cada evento de escoamento, na ocasião em que o fosso é esvaziado para coleta de novos escoamentos.

Figura 2. Fosso coletor de sedimentos sem sedimentos (a) e com sedimentos (b)



As coletas para as análises granulométricas foram feitas no fosso instalado a montante de cada calha Parshall, no exutório da microbacia. Logo após a coleta para análise de sólidos totais, era feita a coleta do solo que fica retido dentro do fosso. No laboratório, o método de análise foi o da pipeta, que se baseia na velocidade de queda das partículas que compõem o solo. Fixa-se o tempo para o deslocamento vertical na suspensão do solo com água, após a adição de um dispersante químico solução de hidróxido de sódio 1 N (DONAGEMA, 2011).

Para a classificação da textura do solo, utilizou-se o método do triângulo textural, proposto pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS *et al.*, 2018). De posse das variáveis aplicou-se um teste de correlação de Pearson utilizando o *software* Excel[®].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando-se os eventos geradores de sedimentos (Tabela 2) destaca-se o dia 28/03/2019 por ser o primeiro evento gerador de escoamento e produção de sedimentos com valores de 0,55 mm e 1.6 kg ha⁻¹ respectivamente, apresentando uma precipitação de 16,2 mm sendo um dos menores eventos estudados, sendo o evento com segunda maior duração e menor intensidade.

Tabela 2. Resumo dos eventos hidrológicos com produção de sedimentos

Datas	PPT	Dur	I	I30 MÁX	EI30	U Ant	Q	Prod.Sed
28/03/2019	16,2	19,5	0,83	25,2	48,53	36,36	0,55	1.6
03/04/2019	28	16,75	1,67	29,6	118,87	38,17	1,64	3.42
04/04/2019	25,2	21,58	1,17	27,2	88,99	31,28	1,69	4.38
06/04/2019	4,8	0,42	11,52	9,6	11,79	40,09	2,33	11.18
11/04/2019	73,2	7,17	10,21	76	1167,89	27,08	32,66	457.29

PPT – Precipitação pluviométrica (mm); Dur – Duração (h); I – Intensidade (mm h⁻¹); I30 – Intensidade em 30 minutos (mm h⁻¹); EI30 – Índice de erosividade em 30 minutos (mm h⁻¹); U Ant – Umidade antecedente (%); Q – Vazão (mm); Prod.Sed – Produção de sedimentos (kg ha⁻¹)

Avaliando os valores de correlação de Pearson, (Tabela 3), observamos que das dez variáveis estudadas, a que apresentou maior valor de correlação positiva foi a produção de sedimentos, correlacionando-se com vazão, intensidade em 30 minutos (I30) e índice de erosividade em 30 minutos (EI30), com valores de $r = 0,999$, $r = 0,996$ e $r = 0,944$ respectivamente, que de acordo com Dancey e Reidy (2018), pode ser classificada como forte. Estes resultados estão de acordo com as condições do semiárido, onde o escoamento superficial hortoniano é predominante, assim quanto maior a intensidade da precipitação maior são os eventos geradores de escoamentos, sendo a produção de sedimentos dependente da intensidade (SANTOS *et al.*, 2016).

Tabela 3. Análise de correlação Pearson (r) para as variáveis hidrológicas da microbacia com caatinga em regeneração no período chuvoso de 2019.

	Dur	Int	I30	EI30	U Ant	Vazão	P.S	Argila	Silte	Areia
Dur	1.00									
Int	-0,970*	1.00								
I30	-0,078	0,259	1.00							
EI30	-0,313	0,487	0,969*	1.00						
U Ant	-0,151	-0,087	-0,86	-0,807*	1.00					
Vazão	-0,398	0,568	0,940*	0,995*	-0,78*	1.00				
P.S	-0,384	0,555	0,944*	0,996	-0,783*	0,999*	1.00			
Argila	-0,898*	0,903*	0,439	0,619	-0,084	0,672	0,662	1.00		
Silte	-0,144	-0,016	-0,707	-0,656	0,706	-0,635	-0,658	-0,068	1.00	
Areia	0,609	-0,47	0,386	0,245	-0,577	0,199	0,225	-0,477	-0,844	1.00

Dur – Duração (h); I – Intensidade (mm h⁻¹); I30 – Intensidade em 30 minutos (mm h⁻¹); EI30 – Índice de erosividade em 30 minutos (mm h⁻¹); ANT – Umidade antecedente (%); Q – Vazão (mm); P.S – Produção de sedimentos (kg ha⁻¹); Argila (%); Silte (%); Areia (%); *correlação significativa a 0,05.

Observa-se ainda na Tabela 3 que o EI30 também teve uma alta correlação com o I30 com valor de $r = 0,969$, comprovando a influência da intensidade na erosividade do solo, onde o aumento da intensidade é proporcional a erosividade, isso se dá por conta das proporções do aumento das gotas da chuva que caem com maior velocidade, acarretando assim um fluxo maior de água corrente e ocasionam uma maior erodibilidade (GESSESSE *et al.*, 2014).

A argila apresentou correlações de forte a moderada com as características das chuvas (Intensidade, duração, I30, EI30) e com a vazão e P.S (Tabela 3), indicando que a quantidade de argila é depende tanto das condições da precipitação quanto da energia de transporte da produção de sedimentos. A argila apresentou correlação positiva com todas as variáveis, exceto com a

duração. O silte apresentou correlação forte e moderada ($> 0,7$) com I30, EI30, vazão, umidade antecedente e P.S. Já a areia só apresentou correlações moderada e baixa.

Analisando-se os dados granulométricos (Tabela 4), observou-se que para todos os eventos a quantidade de areia foi superior à de argila, independentemente das características de precipitação ou umidade antecedente, que são fatores importantes no processo de desprendimento das partículas, transporte e deposição de sedimentos.

Um fator importante que está relacionado no arraste das partículas são os tipos de coletores, as partículas menores são mais fáceis de ser transportadas em suspensão como silte e argila. A maior fração de areia em relação a argila também foi constatada por Freitas *et al.* (2013), onde a fração areia dos sedimentos de arraste apresentou valores inferiores à fração silte, porém superior à argila.

Tabela 4. Eventos e percentagens de argila, areia e silte do fosso.

	Datas	Eventos	%Argila	%Areia	% Silte
Regeneração	28/03/2019	E1	6,11	44,09	49,80
	03/04/2019	E2	8	52	40
	04/04/2019	E3	4,93	49,00	46,07
	06/04/2019	E4	10,25	52,06	37,69
	11/04/2019	E5	11,19	42,79	46,02

Observou-se ainda na Tabela 4, que as maiores quantidades de argila se concentraram nos eventos 4 e 5, entretanto não seguiu um padrão em relação aos valores de precipitação, demonstrando que somente a precipitação não é suficiente para explicar o arraste da argila. Como o sedimento é composto de muitos materiais, incluindo partículas primárias individuais, agregados e materiais orgânicos e químicos associados, e como o transporte das partículas também depende do impacto de uma partícula com outra, ou mesmo do fluxo da água (CARVALHO, 2008), necessita-se conhecer esses outros fatores para entender como as frações do solo respondem aos eventos de precipitação.

Ainda na Tabela 4, é possível observar que no dia 06/04/2019, ocorreu o maior arraste da fração areia (54,06%). Tal fato é atribuído a baixa altura pluviométrica registrada (4,8 mm) com duração de 0,42 horas, gerando uma intensidade de $11,52 \text{ mm h}^{-1}$, associada há uma umidade antecedente de 40,09%. Já para o dia 11/04/2019, tivemos uma alta precipitação 73,2 mm junto com intensidade fazendo assim as partículas vindas em arraste em maior proporção.

Na fração silte, o evento do dia 28/03/2019, teve 16,2 mm de precipitação com uma lâmina escoada de 0,55 mm, tendo um valor de silte superior ao de areia dada a intensidade da precipitação sendo que o tamanho das partículas de silte é menor que as de areia, este fato pode ter ocorrido pela influência da umidade antecedente relativamente considerável.

Na Figura 3, através do triângulo textural, observa-se que os sedimentos de arraste na maioria dos eventos (60%), são classificados, como franco-arenoso, fato esse já esperado, uma vez que as partículas de maior densidade, são carregadas em sua maioria por arraste, o E5 é classificado como franco e E1 franca-siltosa, este fato pode ser explicado pela concentração do silte pois foi superior a areia e a argila em ambos os eventos.

Figura 3. Classificação Textural dos sedimentos em arraste em uma bacia hidrográfica com vegetação de caatinga em regeneração há 40.



4. CONCLUSÕES

A textura dos sedimentos em arreste é de franco-arenosa, de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos;

As variáveis relacionadas às características da chuva (duração, intensidade) e as relacionadas ao transporte de sedimentos (vazão e produção de sedimentos), apresentaram correlação forte com a quantidade de argila presente nos sedimentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo financiamento da pesquisa e concessão de bolsa aos autores.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. M. *et al.* Uncertainties of the rainfall regime in a tropical semi-arid region: the case of the State of Ceará. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 2, p. 88-95, 2016.
- BAKKER, Martha M. *et al.* Soil erosion as a driver of land-use change. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 105, n. 3, p. 467-481, 2005.
- CARVALHO, N. O. Hidrossedimentologia Prática. Rio de Janeiro. **Interciência**, v. 2008, p. 599p, 2008.
- DANCEY, C; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia-7**. Penso Editora, 2018.
- DONAGEMA, G. K. *et al.* Manual de métodos de análise de solo. **Embrapa Solos-Documentos (INFOTECA-E)**, 2011.
- FOSTER, G. R. *et al.* Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 36, n. 6, p. 355-359, 1981.

FREITAS, M. A. S. R. *et al.* Bedload sediment and nutrient losses in agro-ecosystems of the Brazilian semiarid region. **Nutrient cycling in agroecosystems**, v. 96, n. 2-3, p. 203-213, 2013.

GESSESSE, B. Model-Based Characterization and Monitoring of Runoff and Soil Erosion in Response To Land Use/Land Cover Changes in the. **Land Degradation**, v. 724, n. February 2014, p. 711–724, 2014.

LIMA NETO, I. E. ; WIEGAND, M. C. ; ARAUJO, J. C. . Sediment redistribution due to a dense reservoir network in a large semi-arid Brazilian basin. **Hydrological Sciences Journal**, v. 56, p. 319-333, 2011

SANTOS, C. A. G.; SILVA, R. M.; SRINIVASAN, V. S. Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semi-árido da Paraíba. **OKARA: Geografia em debate**, v. 1, n. 1, p. 16-32, 2007.

SANTOS, J. C. N. *et al.* Effect of dry spells and soil cracking on runoff generation in a semiarid micro watershed under land use change. **Journal of Hydrology**, v. 541, n. 32b, p. 1057-1066, 2016.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, DF: EMBRAPA SOLOS 2018. 353 p

ZHANG, S. *et al.* The influence of changes in land use and landscape patterns on soil erosion in a watershed. **Science of the Total Environment**, v. 574, n. 4, p. 34-45, 2017.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DE ORIGEM ANIMAL DO MUNICÍPIO DE GUARACIABA DO NORTE, CE.

61

Luiz das Chagas Filho
José Roberto de Sá
Maria Cristina Martins Ribeiro de Souza
Dimitri Matos da Silva

1. INTRODUÇÃO

A degradação dos solos do semiárido do Nordeste brasileiro é caracterizada pela perda de matéria orgânica que tem como consequência indesejável baixa CTC, baixa disponibilidade de nutrientes, destruição dos agregados e baixas atividades dos microrganismos (SAHRAWAT, 2016).

No Nordeste brasileiro são utilizados fertilizantes orgânicos como fontes de nutrientes na adubação do solo, destacando-se os esterco provenientes da criação de animais, restos de culturas vegetais, como palhas e podas de leguminosas. Nestes resíduos são encontrados nutrientes essenciais às plantas, sendo necessário um manejo adequado desses resíduos para evitar possíveis contaminações e imobilização de nutrientes disponíveis no solo pelos microrganismos (DUTRA et al., 2012).

A decomposição de resíduos orgânicos é um processo de grande importância para conhecer sua ciclagem de nutrientes e sua dinâmica, condicionando maior compreensão para incorporar resíduos orgânicos no solo e viabilizar nutrientes disponíveis às plantas. O conhecimento da ciclagem dos nutrientes nos agroecossistemas possibilita sua utilização mais eficiente pelas culturas e na redução dos impactos negativos ao ambiente (SOUTO et al., 2013).

Para recuperar solos degradados, uma prática promissora é a adição de resíduos orgânicos que trazem benefícios aos atributos físicos, químicos e biológicos. Nesta condição é importante conhecer a composição química dos esterco e seu potencial em disponibilizar nutrientes no solo para as plantas os absorverem. O trabalho objetivou caracterizar alguns atributos químicos dos esterco e avaliar seu potencial como fertilizantes orgânicos para cultivos agrícolas e enriquecimento de ambientes aquáticos.

2. BASES TEÓRICAS

1.1 Fertilizantes ou adubos orgânicos na agricultura do semiárido do Nordeste brasileiro

A região semiárida do Nordeste possui uma alta variabilidade ambiental, em termos de solo, clima, vegetação e relevo, formando um mosaico de ecossistemas únicos, os quais requerem conhecimento específico para o seu manejo. Apresenta um índice pluviométrico de 300-800 mm anuais, as chuvas são irregulares e de curto período (3-4 meses) e caracterizada pela alta evapotranspiração e radiação solar, com temperatura média de 26-28 °C e baixa umidade (COSTA et al., 2011; ANDRADE et al., 2013).

Os sistemas de cultivo agrícola no semiárido do Nordeste brasileiro são caracterizados pela contínua retirada da produção sem práticas que reponham os nutrientes retirados pelas plantas, o que causa deterioração das características físicas, químicas e biológicas dos solos em decorrência da redução dos teores de matéria orgânica e dos nutrientes (PEREZ-MARIN et al., 2006).

O desmatamento e o aumento da exploração agrícola vêm reduzindo significativamente as coberturas florestais, provocando degradação do bioma Caatinga e diminuindo a fertilidade do solo. Esta redução dos teores de nutrientes do solo é causada pela erosão e pela exportação dos nutrientes dos produtos agrícolas e da pecuária. A utilização de esterco é uma solução amplamente adotada para o suprimento de nutrientes, tais como N, P e K nos solos da região semiárida (FRAGA & SALCEDO, 2004).

Inicialmente deve-se conhecer a composição química dos estercos que é variável e influenciado por vários fatores, como a espécie animal, a raça, a idade, a alimentação, o material utilizado como cama, o índice de aproveitamento de nutrientes da ração pelos animais, dos produtos veterinários fornecidos aos animais, além de outros fatores (Tedesco et al., 2008).

Para um manejo eficiente de estercos utilizados na adubação de cultivos agrícolas é necessário conhecer a dinâmica de mineralização/imobilização dos nutrientes por meio da relação C/N dos resíduos, buscando promover um equilíbrio na sincronização da disponibilidade de nutrientes no solo com a demanda pelas culturas controlando a imobilização ou a rápida mineralização de nutrientes durante os períodos de maior ou menor exigência nutricional das plantas (FIGUEIREDO et al., 2012).

SILVA et al., (2010) constataram que o aumento do custo dos fertilizantes minerais e a crescente poluição ambiental fazem do uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atrativa do ponto de vista econômico, em razão da ciclagem de C e nutrientes. A adubação orgânica não só incrementa a produtividade, mas também produz plantas com características qualitativas melhores que as cultivadas exclusivamente com adubos minerais podendo, portanto, exercer influência sobre a qualidade nutricional das plantas (SILVA et al., 2011).

As tecnologias impostas pela produção vegetal intensiva, advindas da revolução verde, tornam os agricultores, principalmente os de âmbito familiar, cada vez mais, dependentes de insumos externos à propriedade, como por exemplo, fertilizantes químicos. No entanto, no semiárido do Nordeste brasileiro é muito reduzido devido aos custos dos fertilizantes e ao risco proporcionado pela variabilidade do regime de chuvas. Nessas condições, o manejo da fertilidade do solo da região depende principalmente do manejo da matéria orgânica. Comumente para aumentar a produção é usado o esterco como fertilizante ou adubo orgânico para o suprimento de N e P nos solos (Menezes & Silva, 2008).

Várias fontes de adubos orgânicos são utilizadas nos cultivos agrícolas, proporcionando melhorias no solo e redução nos custos de produção. A adubação orgânica, utilizada como melhoradora da fertilidade do solo também resulta em incremento da matéria orgânica e da atividade biológica do solo, além da adubação verde a prática com maior destaque dos adubos orgânicos mais utilizados na agricultura nordestina é o esterco, especialmente ovino, caprino e bovino, porém sua eficiência depende do grau de decomposição, da origem do material, da dosagem empregada e até da sua aplicação no solo (BULLUCK et al., 2002; SILVA et al., 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A coleta dos estercos foi realizada no dia 11 de junho de 2019 no sítio Várzea Redonda, localizado ao sudoeste do município de Guaraciaba do Norte, Serra da Ibiapaba, CE. Procedeu-se a coleta dos estercos do rebanho caprino e bovino com diferentes faixas etárias, mantidos em sistema extensivo com regime alimentar 100% da pastagem nativa, composta por herbáceas e algumas gramíneas no período chuvoso e arbustos no período seco.

Foram retiradas seis amostras simples do esterco caminhando em ziguezague em diferentes pontos da área dos currais (Figuras 1 A e B) para obter uma amostra composta de 0,5 kg, sendo feito a

homogeneização das mesmas e em seguida foi encaminhada ao laboratório de análise de do solo e água para irrigação do IFCE, Campus de Sobral – CE. As amostras foram secas ao ar livre e passadas na peneira de 2 mm de malha (Figuras 1 C e D) para a determinação de carbono orgânico (CO), teores de P, K⁺ e Na⁺. Os teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ não foram possíveis serem determinados, sendo estimados pela fórmula $10 \times \text{CE} - \text{Na}^+$.

O CO dos esterco foi quantificado por oxidação da matéria orgânica (MO) via úmida, empregando-se solução de dicromato de potássio em meio sulfúrico, com fonte externa de calor. Pela determinação de CO determinou-se a MO dos esterco caprino e bovino multiplicando por um fator 2,05 conforme Pascual et al. (1997) que consideram esse fator mais adequado para o cálculo de MO em resíduos orgânicos. O nitrogênio total (NT) foi calculado pelo teor de MO multiplicado pelo fator 0,05 por considerar que a MO humificada do solo contém 5% de nitrogênio (TOMÉ JR, 1997). Os teores de Na e K foram extraídos com o extrator Mehlich-1, sendo determinado em fotômetro de chama (TEIXEIRA et al., 2017). O P foi extraído com a solução extratora de Mehlich-1 constituída por HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹ e determinado por espectrofotometria visível, com leitura da transmitância, usando filtro de 880 nm (TEIXEIRA et al., 2017).

Os teores disponíveis de P e K em mg dm⁻³ foram convertidos para os teores totais que correspondem aos teores nas formas totais pesados em uma aliquota de esterco na unidade (g kg⁻¹). A relação C/N e a relação C/P foram obtidas por meio dos teores de CO e NT. Os teores de Carbono em dag kg⁻¹ e os teores de P (mg dm⁻³) foram convertidos em g kg⁻¹. Os teores de NT também foram expressos em g kg⁻¹.

Figura 1-Coleta de esterco no curral de caprinos.



Fonte: autores (2019).

Figura 2-Coleta de esterco no curral de bovinos.



Fonte: autores (2019).

Figura 3 - Entrega e pesagem dos esterco bovino e caprino no laboratório de análise de solo e água para irrigação, Instituto Federal do Ceará - IFCE, campus de Sobral, CE.



Fonte: autores (2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de carbono orgânico (CO), matéria orgânica (MO), nitrogênio total (NT), P, K, Ca + Mg, Na, a relação C/N e C/P dos esterco caprino e bovino são apresentados na (Tabela 1). Pelos resultados obtidos, observou-se que o CO dos esterco caprino e bovino de $319,73 \text{ g kg}^{-1}$ e $304,92 \text{ g kg}^{-1}$, correspondendo a $31,97$ e $30,49 \text{ dag kg}^{-1}$ são considerados como muito alto respectivamente.

No esterco caprino e bovino foi encontrado o teor de $551,22 \text{ g kg}^{-1}$ e $525,68 \text{ g kg}^{-1}$ de MO equivalente a $55,12 \text{ dag kg}^{-1}$ e $52,57 \text{ dag kg}^{-1}$ respectivamente, tais resultados são confirmados por (SOBRAL et al., 2015). Souto et al. (2013) ao avaliarem amostras de esterco caprino e bovino, oriundos de animais criados em sistema extensivo no sertão do Estado da Paraíba observaram um teor de $359,6 \text{ g kg}^{-1}$ equivalente a $35,96 \text{ dag kg}^{-1}$ e $202,4 \text{ g kg}^{-1}$ equivalente $20,24 \text{ dag kg}^{-1}$ de CO respectivamente. Os autores acima observaram maior teor de CO no esterco caprino e menor teor de CO no esterco bovino em comparação aos esterco de caprino e bovino dos animais criados no Sítio Várzea Redonda, município de Guaraciaba do Norte, Ceará.

A diferença nos valores de MO dos esterco de origem animal resulta do processo de compostagem, processo de estabilização biológica e alimentação dos animais geradores destes resíduos, devendo-se levar em consideração também o fator utilizado no cálculo da MO, neste caso o estudo do esterco caprino foi utilizado o fator 2,05 considerado o mais adequado para o cálculo de MO em resíduos orgânicos (PASCUAL et al., 1997).

O teor estimado de NT calculado pelo teor de MO do esterco caprino em estudo foi de $32,78 \text{ g kg}^{-1}$ e no esterco bovino foi de $31,25 \text{ g kg}^{-1}$, cujos teores são considerados muito alto, sendo maior no esterco caprino. Tal concentração de N pode ser explicada pela alimentação dos animais com alimentos ricos em ureia e forragem oriundas de plantas ricas em proteínas encontradas na localidade. Os elevados teores de NT nos esterco caprino e bovinos indicam que os esterco podem atuar como fonte imediata de N às plantas.

A aplicação dos esterco deve ser feita com cuidado, devendo-se levar em consideração as doses a serem adicionadas ao solo, a textura do solo e a forma de aplicação, para evitar a lixiviação de amônio e nitrato, sendo necessário estudar as doses ideais dos esterco para ser incorporados ao solo, evitando concentrações além da exigência das culturas. Souto et al. (2013) ao avaliarem amostras de esterco caprino e bovino, observaram teores de $16,63 \text{ g kg}^{-1}$ e $7,53 \text{ g kg}^{-1}$ de N, cujos teores foram considerados pelos autores como muito elevados, podendo essa concentração de N no esterco caprino ser explicado provavelmente pela habilidade desses animais na seleção de alimentos. O NT obtido nas amostras de esterco caprino e bovino dos animais criados no Sítio Várzea Redonda do município de Guaraciaba do Norte, CE por serem mais ricos em N apresentam menor relação C/N em comparação a relação C/N dos esterco caprino e bovino dos animais criados no sertão do Estado da Paraíba.

Os teores disponíveis de P, K, Ca + Mg dos esterco caprino e bovino são considerados muito altos. Os teores de P obtido do esterco caprino em estudo foi de 2.369 mg dm^{-3} disponível corresponde a forma total de $2,37 \text{ g kg}^{-1}$ de P e o esterco bovino foi $380,75 \text{ mg dm}^{-3}$ de P disponível equivale a forma de P total a $0,380 \text{ g kg}^{-1}$ são inferiores aos teores totais de P obtidos por Souto et al. (2013) ao avaliarem amostras de esterco caprino e bovinos criados em sistema extensivo no sertão do Estado da Paraíba, ao observaram um teor total de $2,57 \text{ g kg}^{-1}$ de P no esterco caprino e $1,12 \text{ g kg}^{-1}$ de P no esterco bovino.

A explicação sobre a inferioridade do P nos esterco caprino e bovino em relação aos obtidos por Souto et al. (2013) pode ser devido ao regime alimentar na criação extensiva dos animais no Sítio Várzea Redonda do município de Guaraciaba do Norte, onde se alimentam de pastagens nativas da Caatinga em solos menos férteis, produzindo plantas forrageiras com estado nutricional desequilibrado, o tipo de pastagem, a idade dos animais, época de pastejo e a não complementação dos alimentos concentrados com suplementos minerais rico em P promoveu menor concentração de P nos esterco produzidos pelos caprinos e bovinos.

Os valores dos teores de K^+ e $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ são considerados muito alto nos esterco caprino e bovino. As formas disponíveis totais de K, Ca + Mg obtidas no esterco caprino foi de $21,42 \text{ mg dm}^{-3}$ e $75,78 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e no esterco bovino foi de 1.320 mg dm^{-3} e $140,98 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, segundo os critérios de interpretação dos teores disponíveis (AQUINO et al., 1993; SOBRAL et al., 2015).

Os resultados das análises amostrais do esterco caprino observou-se que o teor de K disponível $21,42 \text{ mg dm}^{-3}$ equivale a $0,021 \text{ g kg}^{-1}$ de K total e no esterco bovino o teor de K disponível 1.320 mg dm^{-3} equivale a $1,32 \text{ g kg}^{-1}$ de K, inferior apenas no esterco caprino e superior no esterco bovino ao confrontar com os resultados obtidos por Souto et al. (2013) que ao analisarem amostras de esterco caprino e bovinos de animais criados no sertão do Estado da Paraíba em sistema extensivo, observaram o teor total de $0,59 \text{ g kg}^{-1}$ e $1,13 \text{ g kg}^{-1}$ de K para os esterco respectivamente. O resultado obtido das análises das amostras dos esterco caprino e bovino reforça a recomendação da utilização dos esterco como fertilizantes orgânicos para suprir a demanda nutricional das plantas, além de favorecer as propriedades química, físicas e biológicas do solo.

A relação C/N dos esterco caprino e bovino de 10/1 reflete uma rápida decomposição do esterco que pode liberar rapidamente o nitrogênio no solo prontamente para as plantas absorverem. Os esterco apresentaram valor da relação C/N, que favorece uma rápida mineralização indicando maior potencial de suprimento de N a partir da decomposição desses esterco. No entanto, doses altas incorporadas ao solo disponibiliza excesso de N que pode promover contaminação do lençol freático devido à lixiviação do nitrato, dependendo da textura do solo e da frequência de aplicação. Por outro lado, a aplicação de resíduos orgânicos com relação C/N alta resulta em imobilização temporária de N pelos microrganismos do solo. Os esterco estudados caprino e bovino com relação C/N 10/1 não altera o equilíbrio microbiológico do solo, não promovendo imobilização de

N, tais observações são corroboradas por Teixeira et al. (2011) ao constatarem que quando a relação C/N de um resíduo orgânico for acima de 30/1, ocorrerá o predomínio da imobilização do N na biomassa microbiana e que quando a relação C/N for abaixo de 20/1 predomina a mineralização.

A relação C/N dos esterco caprino e bovino obtida neste trabalho é menor que a relação C/N dos esterco caprino e bovino encontrada por Souto et al. (2013) ao avaliarem amostras de esterco caprino e bovino de animais criados no sertão do Estado da Paraíba em sistema extensivo, onde observaram relação C/N de 21/1 e 27/1 respectivamente. A explicação da menor relação C/N encontrada nos esterco caprino e bovino em estudo quando comparada a relação C/N obtida por Souto et al. (2013) é explicada pelo maior teor de N encontrados nos esterco caprino e bovino dos animais criados em sistema extensivo no sítio Várzea Redonda, município de Guaraciaba do Norte, CE. A relação C/P do esterco caprino de 135 e a relação C/P do esterco bovino de 800 reflete uma rápida decomposição do esterco caprino que apresentou baixo valor da relação C/P sendo mais facilmente decomposto, predominando a mineralização, promovendo maior velocidade de disponibilidade de P no solo. No entanto, o esterco bovino que apresentou elevada relação C/P superior a 300 favorece a imobilização de P inorgânico do solo pelos microrganismos reduzindo a disponibilidade de P no solo temporariamente causando deficiência de P disponível no solo às plantas. As observações sobre os valores da relação C/P são explicados por Maluf et al. (2015), ao constatarem que os processos de mineralização e imobilização do fósforo são regulados pela relação C/P, onde valores superiores ou iguais a 300 tende à imobilização e valores menores que 200 favorecem a mineralização.

Tabela 1. Composição química dos esterco caprino e bovino dos animais criados em sistema extensivo no sítio Várzea Redonda do município de Guaraciaba do Norte, Serra da Ibiapaba, CE, 2019

ESTERCO CAPRINO								
CO	MOEC	NT	P	K	Ca + Mg	Na	C/N	C/P
.....dag Kg ⁻¹		g kg ⁻¹	mg dm ⁻³		Cmol _c dm ⁻³			
31,97	55,12	32,78	2.369	2.142	75,78	6,22	10/1	135
ESTERCO BOVINO								
CO	MOEB	NT	P	K	Ca + Mg	Na	C/N	C/P
.....dag Kg ⁻¹		g kg ⁻¹	mg dm ⁻³		Cmol _c dm ⁻³			
30,49	52,57	31,25	380,75	1.320	140,80	1,30	10/1	800

CO = Carbono orgânico; MOEC = Matéria orgânica do esterco caprino; MOEB = Matéria orgânica do esterco bovino; NT = Nitrogênio total; C/N = Relação Carbono/Nitrogênio; C/P = Relação Carbono/Nitrogênio.

5. CONCLUSÕES

A caracterização química dos esterco apresentou baixo teor de sódio, elevados teores de MO, N, P, K, Ca e Mg o que confere potencial de uso na agricultura, na implementação de capineiras e na preparação de viveiros como adubo orgânico.

O baixo valor da relação C/N dos esterco favorece a rápida mineralização de N. O esterco bovino apresentou elevada relação C/P o que resulta em menor disponibilidade de P no solo em relação ao esterco caprino.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. P. et al. A Caatinga no Contexto da Variabilidade Sazonal da Disponibilidade de Forragem. In: ALENCAR, G. S. S.; GUERRA, I. (Orgs.). **Diversidade do Saber Científico: Reflexões sobre Ciência, Saúde e Esporte**, 1 ed., Juazeiro do Norte: IFCE, 2013, p.17-46.

AQUINO, A. B.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; HOLANDA, F. J. M.; FREIRE, J. M.; CRISÓSTIMO, L. A.; COSTA, R. I.; UCHOA, S. C. P. FERNANDES, V. L. B. **Manual de recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará.**

BULLUCK, L. R.; BROSIUS, M. G.; EVANYLO, K.; RISTAINO, J. B. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.19, n.2, p.147-160, 2002.

COSTA, V. M. M.; SIMÕES, S. V. D; RIET-CORREA, F. Controle das parasitoses gastrintestinais em ovinos e caprinos na região semiárida do Nordeste do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n.1, p. 65-71, 2011.

DUTRA, E. D.; MENEZES, R. S. C.; PRIMO, D. C. Aproveitamento de biomassa residual agrícola para a produção de compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 7, n.3, p. 465- 472, 2012.

FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS M. L. G.; MCMANUS, C. M.; MENEZES, A. M. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.175-179, 2012.

Fortaleza: **Imprensa Universitária, Universidade Federal do Ceará**, 1993. 248p.

FRAGA, V. de S.; SALCEDO, I. H. Declines of organic nutrient pools in Tropical Semi-Arid soils under subsistence farming. **Soil Science Society America Journal**, v.68, p.215-224, 2004.

MALUF, H. J. G. M.; SOARES, E. M. B.; SILVA, I. R.; NEVES, J. C. L.; SILVA, L. O. G. Decomposição de resíduos de culturas e mineralização de nutrientes em solo com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 39, n. 6, p. 1681-1689, 2015.

MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.251-257, 2008.

PASCUAL, J. A.; AYUSO, M.; GARCIA, C. e HERNÁNDEZ, T. Characterization of urban wastes according to fertility and phytotoxicity parameters. **Waste Management & Research**, n.15: p. 103-112, 1997a.

PEREZ-MARIN, A. M.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, E. D.; SAMPAIO, E. V. S. B. Efeito da Gliricídia sepium sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistemas agroflorestal no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.555-564, 2006.

SAHRAWAT, K. L. How fertile are semi-arid tropical soils? Special section: **Soil and Water Management, Current science**, Patancheru, India, v.110, n.9, p. 1671-1674, 2016.

SILVA, E. M. N. C. P.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; TAVELA, L. B.; SOLINO, A. J. S. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.242-245, 2011.

SILVA, F. A. M.; VILAS-BOA, R. L.; SILVA, R. B. Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, p.131-137, 2010.

SILVA, M. N. B.; BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D. Adubação do algodão colorido BRS 200 em sistema orgânico no Seridó Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 222-228, 2005.

SOBRAL, L. F.; BARRETTO, M. C. V.; SILVA, A.J.; ANJOS, J. L. **Guia Prático para Interpretação de Resultados de Análises de Solo**. Documentos 206, 13p. EMBRAPA, Tabuleiros Costeiros, Aracajú, SE 2015.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; NASCIMENTO, J. A. M. Liberação de nutrientes em Luvisolo no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 26, n. 4, p. 69-78, RN, 2013.

SOUZA, B. B.; ROBERTO, J. V. B. Fatores ambientais, nutricionais e de manejo e índices de conforto térmico na produção de ruminantes no semiárido. **Revista Verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Mossoró, RN, v.6, n.2, p. 08 -13, 2011.

TEDESCO, M. J.; SELBACH, P. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. O. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (ed.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.113-136.

TEIXEIRA, M. B; LOSS, A. PEREIRA, M. G. PIMENTEL. C. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 3, p. 867-876, 2011.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª ed. revisada e ampliada, 573p, EMBRAPA, Brasília, DF, 2017.

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

ESTOQUES TOTAIS DE CARBONO E NITROGÊNIO E RELAÇÃO C/N SUPERFICIAL EM PERFIS DE SOLO EM UM GRADIENTE DE ARIDEZ NO SEMIÁRIDO

José de Souza Oliveira Filho
Renata de Oliveira Lopes
Mariana de Oliveira Araújo
Matheus Silva Magalhães

1. INTRODUÇÃO

Os solos representam a camada superficial da crosta terrestre, estando na interface entre os diversos compartimentos do ecossistema e agindo na interligação entre a biosfera, atmosfera, litosfera e hidrosfera. São formados a partir da ação do clima e dos organismos em um material de origem, cuja intensidade dessas ações é governada pelo relevo e pelo tempo. A intensidade de cada um desses fatores varia espacialmente, refletindo na diversidade dos tipos de solos existentes no globo terrestre.

Dentre os diversos componentes do solo, a fração orgânica, denominada de matéria orgânica do solo (MOS) se destaca pela grande importância nos processos biológicos que ocorrem no ambiente edáfico, principalmente associados ao fornecimento de energia e nutrientes para microrganismos e plantas, além de servir como um grande reservatório de elementos como carbono (C), nitrogênio (N) e enxofre (S) que podem ser emitidos para a atmosfera em formas gasosas (CO_2 , CH_4 , NO_2^- , H_2S , dentre outros) como gases de efeito estufa (GEE). A MOS fornece, portanto, subsídios para que os solos possam ser úteis para a humanidade no sequestro de GEE, visando a atenuação das mudanças climáticas globais.

De acordo com KAMPF e CURI (2012), dentre os fatores de formação do solo, o clima é o mais ativo, ou seja, possui maior influência nas propriedades e feições finais dos solos. Por exemplo, diversos estudos têm demonstrado o forte efeito das precipitações pluviométricas na disponibilidade de nutrientes e na diferenciação entre horizontes em perfis de solos (OLIVEIRA et al., 2017) e da temperatura nas taxas de decomposição da matéria orgânica (Haddix et al., 2020), no acúmulo de sais (RIBEIRO et al., 2009) e na diversidade microbiana nos solos (TAJIK et al., 2020; WANG et al., 2020). Sob condições climáticas mais úmidas, o acúmulo de MOS varia de acordo com as variações de precipitação pluviométrica e temperatura, com pouco ou nenhum efeito do material de origem do solo (ARAUJO et al., 2020). Sob estas condições, o acúmulo de MOS é totalmente dependente das condições climáticas reinantes, resultando em materiais orgânicos humificados, resistentes a degradação e com baixa relação C/N (LUO et al., 2017).

Em condições de clima semiárido, submetidos a baixas precipitações pluviométricas e elevas temperaturas, pouco se sabe das estratégias naturais que promovem o acúmulo da MOS no ambiente edáfico. OLIVEIRA FILHO et al. (2019) afirmam que a recalcitrância do material orgânico depositado e a reduzida decomposição promovem o acúmulo de MOS sob condições de semiaridez. Já PINHEIRO JUNIOR et al. (2019) consideram que a baixa umidade do solo reduz a taxa de decomposição microbiana promovendo o acúmulo da MOS. De toda forma, até o momento, são limitadas as informações sobre os reais efeitos das variações climáticas (precipitação e temperatura) na dinâmica do acúmulo da MOS em regiões áridas e semiáridas. Além disso, em termos globais, pouca ênfase tem sido dada aos efeitos do material de origem do solo para o acúmulo da MOS nos diversos ecossistemas do planeta.

Neste trabalho, nós utilizamos 93 perfis de solos disponíveis no Levantamento de Média Intensidade dos Solos da Mesorregião Sul do Ceará (FUNCEME, 2012) para estimar os estoques

totais de C e N acumulados nos perfis e a relação C/N superficial (Horizonte A) ao longo de um gradiente de aridez (IA) [$IA = \text{precipitação pluviométrica (mm)}/\text{evapotranspiração potencial (mm)}$], variando de 30,81 (semiárido) até 60,92 (sub-úmido seco) para entender os efeitos da variação climática na dinâmica de acúmulo da MOS no semiárido cearense. Nossa hipótese é que em ambientes mais úmidos (IA elevado) ocorrem maiores estoques de C e N e uma redução da relação C/N superficial, como resultado da maior atividade biológica nos solos sob condições de clima sub-úmido seco.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado com base nos dados de caracterização (morfológica, química e física) dos perfis de solo selecionados pelo Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Mesorregião Sul do Ceará (FUNCEME, 2012), elaborado pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). A área de interesse do levantamento possui uma extensão territorial de 15.020 km², correspondendo a 10,15% do território estadual e abrigando um montante de 876.600 habitantes, em 25 municípios (IBGE, 2010) (Figura 1A).

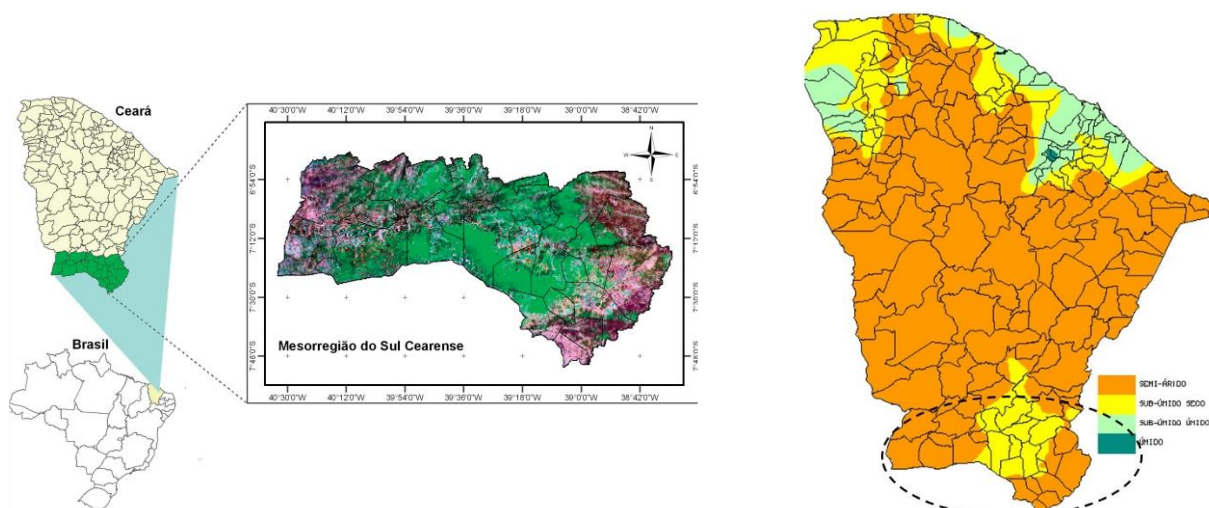


Figura 1. Área de interesse do Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Mesorregião Sul do Ceará (A) e Mapa de índice de aridez para o estado do Ceará (B). Modificado de FUNCEME (2012).

Foram descritos um total de 93 perfis, perfazendo um total de 124 unidades de mapeamento de solos, representando diferentes características ambientais, que apresentam, portanto, diferentes potencialidades e limitações de uso (FUNCEME, 2012). As classes de solos de maior ocorrência foram: Neossolos Litólicos, Latossolos, Argissolos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos, Vertissolos, Luvisolos, Nitossolos, Neossolos Regolítico e Planossolos (FUNCEME, 2012).

Selecionamos as seguintes variáveis de cada perfil: a) carbono orgânico (C) (g kg^{-1}); b) nitrogênio (N) (g kg^{-1}); c) relação C/N do horizonte superficial; d) densidade do solo (g cm^3) e e) espessura do horizonte (cm). Utilizando os dados de espessura e densidade de cada horizonte do perfil, associado aos valores de C e N, determinados os valores de estoques de C total e estoques de N total por horizonte, de acordo com a equação 1. Para a determinação do estoque total de C e N do perfil, somamos os valores de estoque de C e N calculados em todos os horizontes do perfil.

$$Est = (A \times esp \times ds) / 10$$

onde:

Est = Estoque de carbono ou nitrogênio total (Mg ha⁻¹);

A = conteúdo de C ou N (g kg⁻¹);

esp = espessura do horizonte (cm);

ds = densidade do solo (g cm³);

(1)

71

Utilizando os dados de índice de aridez (IA) de Thornthwaite por município, para o estado do Ceará, obtido com base na medida da razão entre a precipitação média anual (mm) e a evapotranspiração de referência média anual (mm), calculada pelo método de Penman-Monteith/FAO e disponibilizado em http://www.funceme.br/?page_id=2783, criamos uma escala de aridez para os municípios que compõem a área de interesse do levantamento. Como podemos observar na figura 1B, o território do levantamento engloba municípios que apresentam IA variando entre semiárido e subúmido seco. O município que apresentou maior aridez (menor IA) foi Salitre (IA = 30,81) e o que apresentou menor aridez (maior IA) foi Crato (IA = 61,92). Nossa escala de aridez variou, portanto, de 30,81 (semiárido) até 61,92 (subúmido seco).

Utilizamos análise de correlação de Pearson para buscar o entendimento de como a variação climática afeta os estoques totais de C e N dos perfis. Além disso, o mesmo teste de correlação foi utilizado para avaliar os efeitos da variação climática nos valores de relação C/N da camada superficial e na medida da espessura efetiva dos perfis. Para a análise dos dados utilizamos a função estatística (CORREL) do Excel, versão 2016, com nível de significância à 5 % de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro atributo que pode influenciar nos valores de estoque de C e N nos perfis é a profundidade efetiva. Teoricamente, perfis mais profundos tendem a apresentar um maior volume de solo e, portanto, uma maior capacidade de armazenamento de C e N. No entanto, seria esperado que a profundidade efetiva dos perfis sofresse mudanças significativas à medida que ocorresse mudanças no clima ao longo do gradiente de aridez. De acordo com (OLIVEIRA et al., 2017), de maneira geral, solos de regiões com maior precipitação pluviométrica apresentam profundidades maiores devido a ação intensa do intemperismo hidrológico. No nosso caso, no entanto, não observamos mudanças e nenhuma relação significativa da espessura dos perfis de solo com o aumento da umidade do ambiente (Tabela 1 e Figura 2).

Tabela 1. Coeficiente de correlação de Pearson ($p < 0,05$) entre as variáveis estudadas.

	IA	Estoque de	Estoque de	Profundidade	Relação
IA	1				
Estoque de C	0,0287	1			
Estoque de N	-	0,7693	1		
Profundidade	0,0548	0,5350	0,3650	1	
Relação C/N	-	0,1311	-0,0678	-0,1370	1

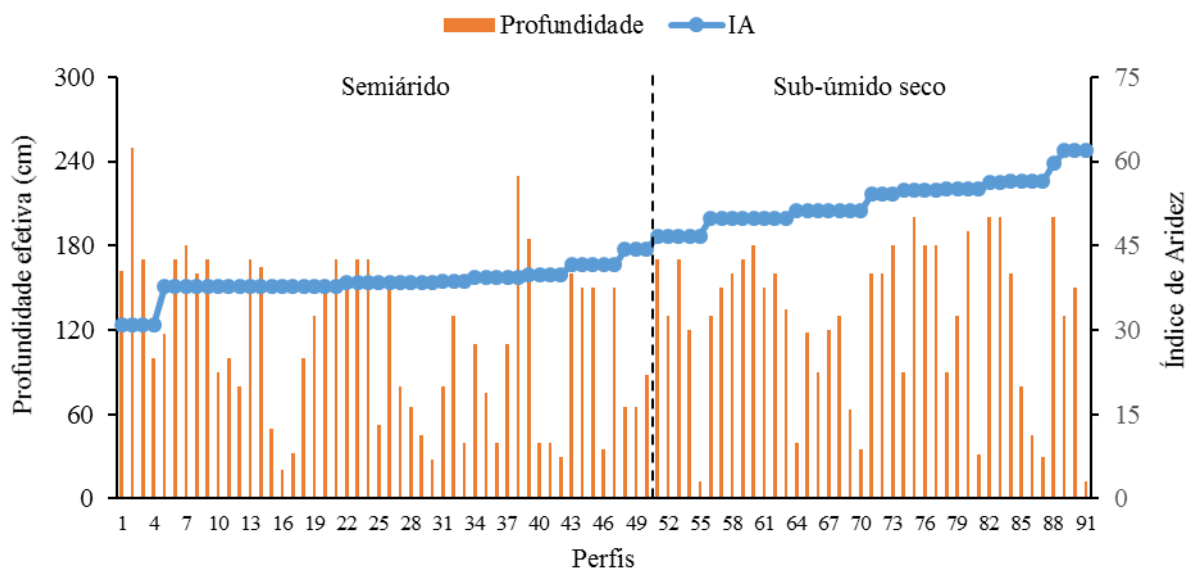


Figura 2. Profundidade efetiva dos perfis de solo (cm) ao longo de um gradiente de aridez.

Contrariamente ao esperado, a maior profundidade efetiva (250 cm) foi observada em perfil localizado em região com IA de 30,81 (município de Salitre). Em contrapartida, a menor profundidade (12 cm) foi observada sob clima sub-úmido seco no município de Crato (IA = 61,92). Nossos resultados, são, portanto, contrários aos observados normalmente na literatura científica, indicando que, o clima não seja o fator mais determinante para o desenvolvimento pedogenético dos perfis de solos, notadamente em regiões de clima árido e semiárido (drylands). Provavelmente, a espessura efetiva dos perfis nesses ambientes seja controlada pela natureza do material litológico originário, o que explica a grande variação nesse atributo ao longo do gradiente de aridez (MAO et al., 2020).

Do ponto de vista litológico, a mesorregião Sul do Ceará está inserida, predominante, sob domínio da Bacia Sedimentar do Araripe e suas formações (Exu, Santana, Missão Velha e Cariri), apresentando intensa variabilidade de materiais de origem dos solos, com predomínio de arenitos amarelo-avermelhados (Formação Exu), siltitos amarelados cimentados por carbonato (Formação Santana), arenitos finos a grosseiros (Formação Missão Velha) e arenitos grosseiros e conglomerados com estratificação cruzada (Formação Cariri), dentre outros (FUNCEME, 2006; FUNCEME, 2012).

De maneira semelhante ao observado para a profundidade efetiva, os valores de estoque de C e N tiveram pouca relação com as mudanças do IA. Nesse contexto, duas tendências são esperadas: a) em regiões mais úmidas (IA alto) a maior atividade biológica pode acelerar a taxa de decomposição da MOS, reduzindo os estoques de C e N (PINHEIRO JUNIOR et al., 2019) e b) em regiões mais secas (IA baixo), devido a maior recalcitrância do material vegetal que origina a MOS, a reduzida ação decompositora sobre esse material pode promover o acúmulo da MOS e aumentar os valores de estoque de C e N (OLIVEIRA FILHO et al., 2019). De acordo com nossos resultados, aparentemente, não existe nenhuma relação significativa entre as variações do IA com os acúmulos de C (Figura 4) e N (Figura 5) nos perfis de solos avaliados.

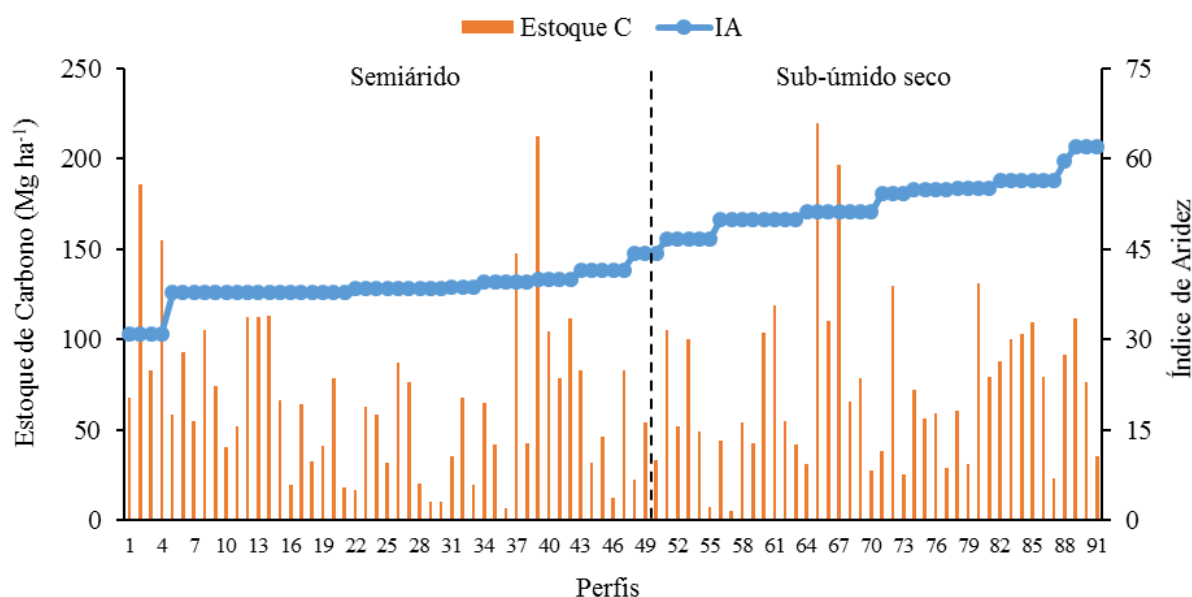


Figura 3. Estoques totais de carbono em perfis de solo ao longo de um gradiente de aridez no semiárido.

O maior acumulado de C ($216,6 \text{ Mg ha}^{-1}$) foi observado em perfil localizado sob clima subúmido seco com IA de 51,12. Já o menor acumulado ($5,10 \text{ Mg ha}^{-1}$) também foi observado sob clima subúmido seco com IA de 46,67. No caso dos perfis localizados sob clima semiárido, observamos valores de acumulado de C nos perfis que variaram desde $6,8 \text{ Mg ha}^{-1}$ sob IA de 39,45 até $212,27 \text{ Mg ha}^{-1}$ sob IA de 39,86. Essa mesma dinâmica, mas com menor variação, foi observada para os valores de estoque de N dos perfis (Figura 5), indicando um reduzido efeito da variável climática na dinâmica de acumulação do N nos perfis estudados.

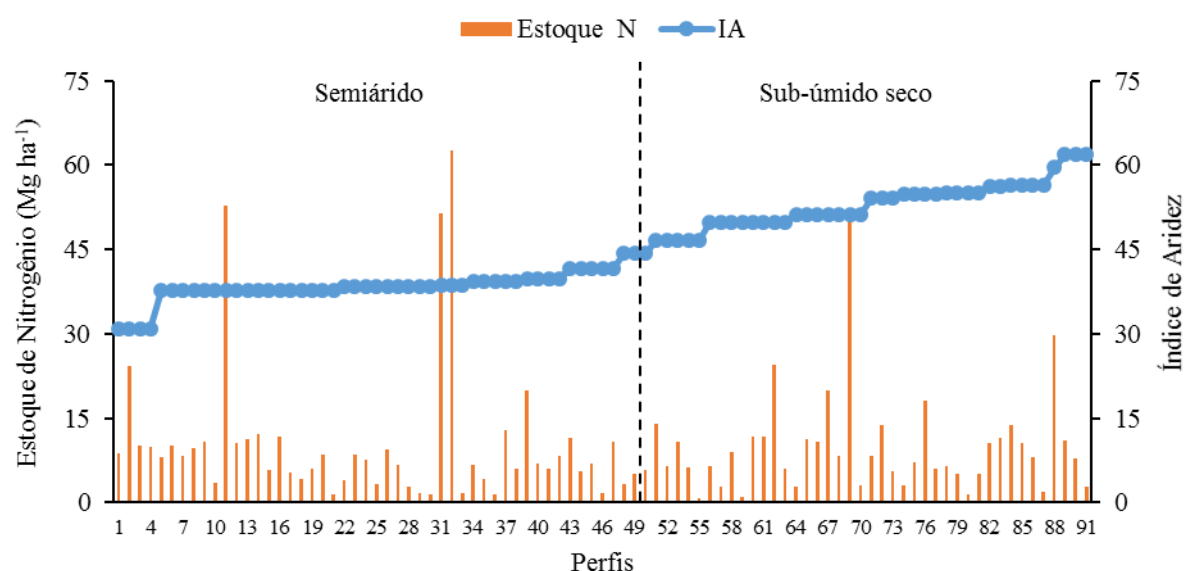


Figura 4. Estoques totais de nitrogênio em perfis de solo ao longo de um gradiente de aridez no semiárido.

A reduzida ação do clima sobre os acúmulos de C e N nos perfis é um reflexo da sua limitada influência sobre o desenvolvimento pedogenético e sobre a profundidade efetiva dos perfis. De fato, nós observamos uma maior correlação entre os estoques de C e N e a profundidade efetiva do que quando comparados com o IA (Tabela 1). Já a profundidade efetiva, como mencionado anteriormente, não tem nenhuma relação com a variação climática observada ao longo do gradiente

(Figura 3). Desta forma, é bastante provável que, devido aos efeitos do material de origem na profundidade efetiva, na granulometria e na estrutura dos perfis, o caráter litológico do ambiente seja o maior responsável pelo acúmulo de C e N nas condições ambientais da porção semiárida estudada.

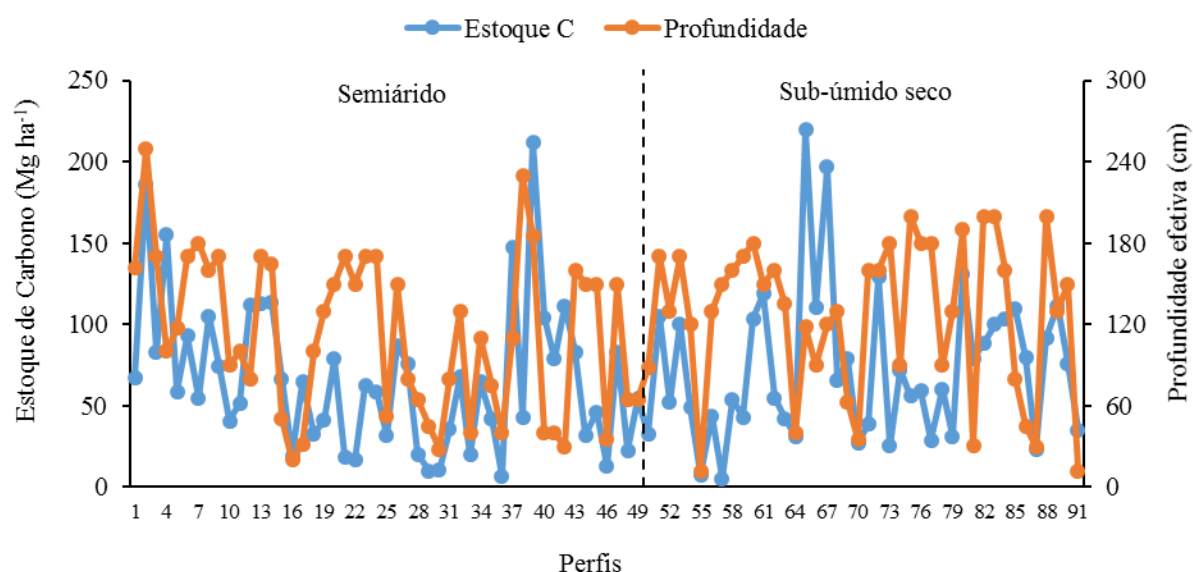


Figura 5. Relação entre o estoque total de C (Mg ha^{-1}) e a profundidade efetiva (cm) dos perfis ao longo de um gradiente de aridez no semiárido.

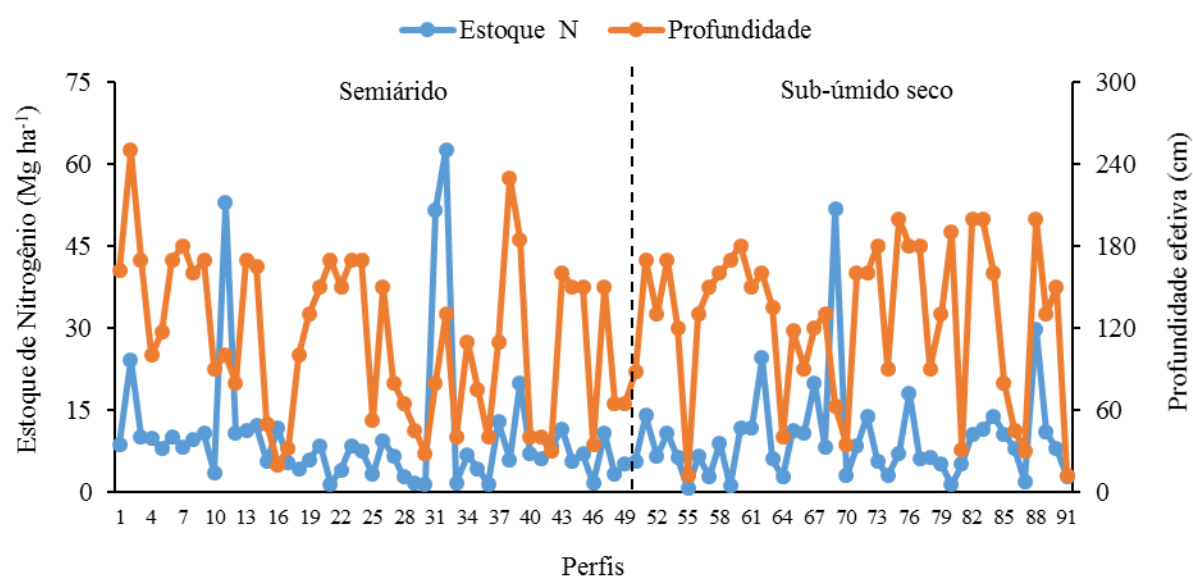


Figura 6. Relação entre o estoque total de N (Mg ha^{-1}) e a profundidade efetiva (cm) dos perfis ao longo de um gradiente de aridez no semiárido.

Deferente das nossas observações, ARAÚJO et al. (2020) afirmam que, sob condições de clima tropical úmido, o material de origem dos solos tem pouca influência nos acúmulos de C e N no solo até 100 cm de profundidade. Em contrapartida, BARRÉ et al. (2017) propõem o controle geológico (material de origem do solo) dos conteúdos e estoques de C e N do solo (Cambissolo) sob condições de semiaridez até a profundidade de 30 cm. Provavelmente, a medida em que ocorre o aumento do grau de aridez do ambiente, a participação do material de origem torna-se mais importante na manutenção e acúmulo do conteúdo de C e N do solo.

Considerando o conjunto de perfis analisados ($n = 93$), a profundidade efetiva teve forte influência sobre os acumulados de C e N, ou seja, nos perfis mais profundos foram observados os maiores estoques de C e N. No entanto, essa não é uma regra. Nós verificamos alguns perfis profundos com valores baixos dos estoques de C e N e perfis rasos com montantes significativos desses elementos. Normalmente, atributos relacionados com a qualidade estrutural do solo como granulometria, grau de floculação, argila dispersa em água e a própria topografia do terreno, que afeta a infiltração de água no solo, podem afetar o grau de estabilização e o consequente acúmulo de MOS (PINHEIRO JUNIOR et al., 2019).

Pensando na medida da relação C/N como indicador da estabilização da MOS nos perfis, realizamos uma análise da variação da relação C/N superficial (horizonte A) ao longo do gradiente de aridez e não observamos nenhuma relação do grau de estabilização com a variação da condição climática (Figura 8). De todas as variáveis avaliadas nesse trabalho, a relação C/N foi a que apresentou menor variação em função das mudanças no IA indicando que a atividade biológica do solo sofre pouca ou nenhuma influência na variação do IA de 30,81 até 61,92. De acordo com LUO et al. (2017), sob condições naturais, variações na relação C/N do solo são estimuladas por mudanças no tipo de vegetação predominante, resultando em diferentes aportes naturais de N, via fixação biológica de nitrogênio (FBN). No nosso caso, devido à pouca mudança nas características da vegetação, aportes semelhantes de N devem ter ocorrido, resultando na pouca responsividade da relação C/N ao aumento do IA.

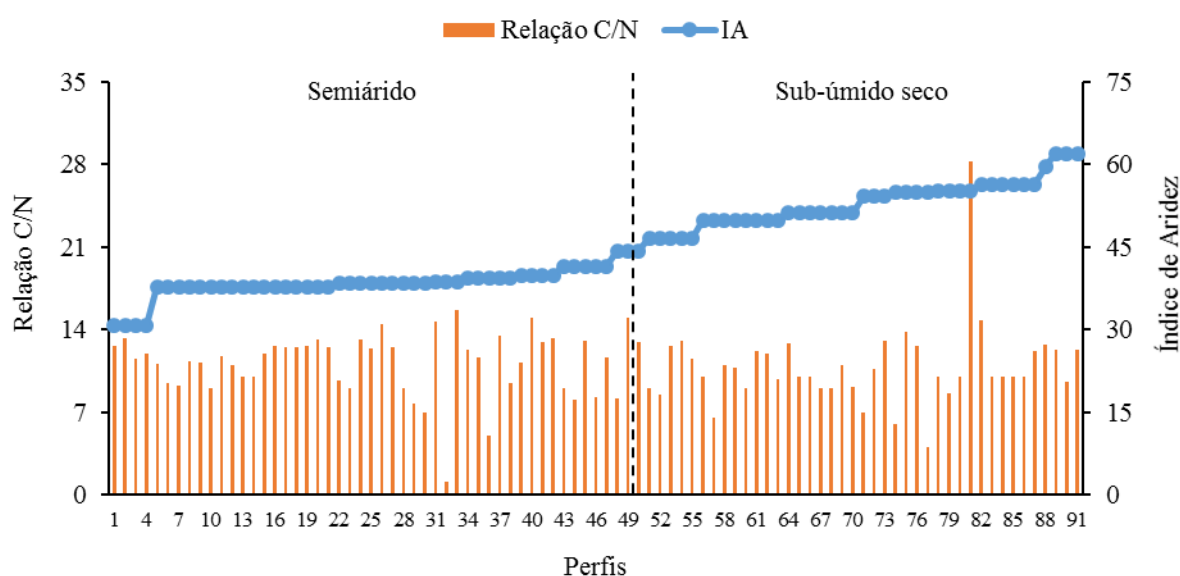


Figura 7. Relação C/N do horizonte superficial de perfis de solos ao longo de um gradiente de aridez no semiárido.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nós concluímos que em ambientes com clima classificado com semiárido e sub-úmido seco a condicionante climática, indicada pelo índice de aridez, tem pouca influência sobre o acúmulo de C e N nos perfis de solo e sobre o grau de estabilização da matéria orgânica, indicado pela relação C/N superficial. Em contrapartida, é provável que a condicionante geológica, expressa nas características do material de origem, seja a maior responsável pela feição final da profundidade efetiva do perfil e, por conseguinte, diretamente relacionada com os acúmulos de C e N nos solos estudados. O material de origem do solo deve ser, portanto, o controlador do acúmulo de C e N em solos de ecossistemas áridos e semiáridos. Estudos mais detalhados devem ser realizados,

visando o entendimento de como o material de origem do solo pode controlar a dinâmica da MOS em ecossistemas áridos e semiáridos.

Agradecimentos: FUNCEME, UECE.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, M. A.; ZINN, Y. L.; LAL, R. Soil parent material, texture and oxide contents have little effect on soil organic carbon retention in tropical highlands. *Geoderma*, v.300, p.1-10, 2020.
- BARRÉ, P.; DURAND, H.; CHENU, C.; MEUNIER, P.; MONTAGNE, D.; CASTEL, G.; BILLIOU, D.; SOUCEMARIANADIN, L.; CECILLON, L. Geological control of soil organic carbon and nitrogen stocks at the landscape scale. *Geoderma*, v.285, p.50-56, 2017.
- CURI, N.; KAMPF, N. Formação e evolução do solo (pedogênese). In: *Pedologia: Fundamentos*. Viçosa, MG: SBCS, 2012. 343p.
- FUNCEME-Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. Parte II – mesorregião do sul cearense. Fortaleza, 2006. 132p.
- FUNCEME-Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos: Mesorregião do Sul cearense. Fortaleza, CE, 2012. 280p. Disponível em: http://www.funceme.br/wp-content/uploads/2019/02/LEVANTAMENTO_DE_RECONHECIMENTO_DOS_SOLOS.pdf
- HADDIX, M. L.; GREGORICH, E. G.; HELGASON, B. L.; JANZEN, H.; ELLERT, B.; COTRUFO, M. F. Climate, carbon content, and soil texture control the independent formation and persistence of particulate and mineral-associated organic matter in soil. *Geoderma*, v.363, p.1-10, 2020.
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>
- LUO, W.; LI, M. H.; SARDANS, J.; LU, X. T.; WANG, C.; PEÑUELAS, J.; WANG, Z.; HAN, X. G.; JIANG, Y. Carbon and nitrogen allocation shifts in plants and soils along aridity and fertility gradients in grasslands of China. *Ecology and Evolution*, v.7, p.6927-6934, 2017.
- MAO, X.; ZWIETEN, L. V.; ZHANG, M.; QIU, Z.; YAO, Y.; WANG, H. Soil parent material controls organic matter stocks and retention patterns in subtropical China. *Journal of Soils and Sediments*, v.21, p.1-10, 2020.
- OLIVEIRA FILHO, J. S.; VIEIRA, J. N.; SILVA, E. M. R.; OLIVEIRA, J. G. B.; PEREIRA, M. G.; BRASILEIRO, F. G. Assessing the effects of 17 years of grazing exclusion in degraded semi-arid soils: Evaluation of soil fertility, nutrients pools and stoichiometry. *Journal of Arid Environments*, v.166, p.1-10, 2019.
- OLIVEIRA, V. A.; JACOMINE, P. K. T.; COUTO, E. G. Solos do bioma Cerrado. In: CURI, N.; KER, J. C.; NOVAIS, R. F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C. E. G. R. *Pedologia: Solos dos Biomas Brasileiros*. Viçosa, MG: SBCS, 2017. 597p.
- PINHEIRO JUNIOR, C. R.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA FILHO, J. S.; BLEUTER, S. J. *Journal of Arid Environments*, v.162, p.45-52, 2019.

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. Química e Mineralogia do Solo. Viçosa. MG: SBCS, 2009. 683p.

TAJIK, S.; AYOUBI, S.; LORENZ, N. Soil microbial communities affected by vegetation, topography and soil properties in a forest ecosystem. *Applied Soil Ecology*, v.149, p. 1-12, 2020.

WANG, Y.; LIU, S.; WANG, J.; CHANG, S. X.; LUAN, J.; LIU, Y.; LU, H.; LIU, X. Microbe-mediated attenuation of soil respiration in response to soil warming in a temperate oak forest. *Science of the Total Environment*, v.711, p. 1-11, 2020.

ESTRATÉGIAS PARA MELHORIA DAS CONDIÇÕES DO SOLO E DE PRODUÇÃO NA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPONESA

Susana Churka Blum
Francisco Lopes Evangelista
Gabriel José Lima da Silveira
Lucas Gomes de Souza

1. INTRODUÇÃO

A ciclagem de nutrientes é primordial para a manutenção da sustentabilidade dos agroecossistemas, já que potencializa o uso dos recursos disponíveis e reduz o consumo de recursos externos à propriedade. Sistemas agrícolas baseados na produção vegetal são ainda mais frágeis no ponto de vista da ciclagem já que muitos nutrientes são exportados para fora da propriedade na forma de grãos, forragens e hortaliças (MAGDOFF & VAN ES, 2009). O uso de práticas conservacionistas de solo, reduzindo a perda de nutrientes bem como o incentivo ao uso de materiais disponíveis na propriedade são primordiais para o bom aproveitamento dos recursos, redução da perda da fertilidade do solo e melhoria nas condições de produção.

Outro fator também de extrema importância para as práticas agrícolas são as condições climáticas. O Nordeste brasileiro é caracterizado como uma região de clima marcado por altos níveis de radiação solar, escassez e irregularidade de chuvas, resultando em elevadas taxas evapotranspiratórias, que reduzem a umidade do solo e a quantidade de água armazenada nos reservatórios, o que em conjunto com a precipitação reduzida e irregular durante o ano promovem um balanço hídrico climático anual negativo (). Estas condições desfavorecem a produção de biomassa vegetal e também promovem o aumento da atividade microbiana, dificultando a armazenagem de matéria orgânica no solo (MOS). Mudanças de uso da terra, associadas ao desmatamento e às atividades agrícolas extensivas, levam a quedas notáveis no conteúdo de MOS (MIRALLES et al, 2012; SOLOMON et al, 2007). Em regiões semiáridas, a redução de MOS e a exaustão de carbono orgânico é ainda mais rápida, uma vez que seus solos apresentam baixa capacidade de regeneração (SOUSA et al., 2012). Portanto, no semiárido, a incorporação de práticas de conservação do solo é igualmente importante para o aumento da eficiência no uso da água.

A MOS em suas diversas frações tem um papel fundamental para a manutenção das boas condições do solo, ajudando a criar um ambiente favorável ao desenvolvimento das plantas, trazendo inúmeros benefícios como disponibilidade de nutrientes, retenção de água e proteção contra a erosão. Dentre as formas para o aumento da MOS em sistema de cultivo destacam-se a adubação orgânica e o uso de coberturas vegetais. Além de trazer redução de custo, os adubos orgânicos podem trazer a curto médio e longo prazo melhorias significativas na qualidade do solo (TRANI et al., 2011). Podem ser citados aqui aspectos como melhoria da estrutura, aumento da aeração, capacidade de armazenamento de água e melhor drenagem por parte do solo. Esses aspectos possibilitam que não se tenha variações bruscas de temperatura no solo, pois elas podem interferir em processos biológicos inerentes, além de dificultar a absorção de nutrientes pelas plantas.

Na prática da cobertura morta o material orgânico é depositado sobre a superfície do solo, sem que a ele seja incorporado, na qual procura-se influenciar positivamente as qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, criando condições ótimas para o crescimento radicular (SOUZA & PEREIRA, 2011). Para a cobertura do solo podem ser utilizados diversos materiais provenientes

de restos de culturas, resíduos orgânicos industriais e serragens de madeira (ALVARENGA et al., 2011).

2. ADUBAÇÃO ORGÂNICA E USO DE COBERTURA MORTA PARA A AGRICULTURA CAMPONESA NO MACIÇO DE BATURITÉ

2.1 Húmus e biocarvão na produção de rúcula em canteiros

A região do Maciço de Baturité é caracterizada por um sistema de agricultura de pequena escala, com forte presença da agricultura familiar. A região também é caracterizada por apresentar condições edafoclimáticas que favorecem uma grande diversidade de culturas, embora algumas recebam mais investimentos e como consequência apresentam melhor produtividade pelo fato de já estarem adaptadas à região. As principais culturas produzidas são o caju, a cana-de-açúcar, o milho, a banana, a mandioca, o feijão além de arroz e café.

Algumas dessas culturas apresentam grande potencial para produção de subprodutos, como palha de milho, palha da cana-de-açúcar, casca do arroz e do caju, que podem ser reaproveitados inclusive para a produção de condicionadores de solo como o biocarvão. O biocarvão pode ser utilizado como condicionador de solo, ajudando a melhorar suas características físicas e aumentando a disponibilidade de nutrientes (SANTOS, 2013; MULCAHY et al., 2014). O biocarvão surge ainda como uma alternativa benéfica ao meio ambiente com a retenção de carbono no solo, pois ele é cerca de 1500 a 2000 vezes mais estável do que a matéria orgânica não pirolisada, tendo assim tempos de residência no solo de várias centenas a milhares de anos, tornando-se importante ser testado em uma região onde há problemas de acumulação de matéria orgânica.

Para o melhor aproveitamento das potencialidades do biocarvão é necessário seu uso em conjunto com substratos comerciais e/ou outros compostos orgânicos, melhorando o balanço de nutrientes. Em comparação a outras fontes de biocarvões, Nóbrega et al. (2001) relatam que biocarvões produzidos de plantas lenhosas são mais ricos em carbono (C), tem baixo teor em nitrogênio (N) e capacidade de troca catiônica (CTC) baixa. Já o biocarvão produzido a partir de esterco animal tem baixo teor de C, alto teor de N e de CTC.

Em várias propriedades rurais está presente o processo de decomposição da matéria orgânica e produção de adubo por meio do húmus de minhoca. A utilização de minhocas nos resíduos orgânicos acelera e enriquece o processo de transformação em adubo orgânico. Há uma série de benefícios em produzir e utilizar o húmus de minhoca como adubo, de uma forma geral, é possível fazer húmus de qualquer material que se decompõe; logo, qualquer resíduo orgânico disponível e não aproveitado na propriedade rural pode ser utilizado (SCHIEDECK et al., 2006). O húmus de minhoca quando aplicado ao solo atua de forma benéfica sobre suas características físicas, químicas e biológicas, favorecendo na sua conservação e auxiliando no desenvolvimento das plantas.

A fim de testar fontes de adubos ou condicionadores orgânicos na melhoria das características do solo e capacidade de produção das culturas, um experimento de campo foi montado objetivando avaliar o efeito de concentrações de biocarvão e húmus de minhoca como adubação orgânica na produção de rúcula (*Eruca sativa*) cultivada em canteiro. O experimento foi conduzido na horta didática da UNILAB, Campus da Liberdade, em Redenção (CE). O delineamento foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram feitos considerando-se 15t/ha de adubação, formando as seguintes combinações: T1 (sem adubação), T2 (50% húmus + 50% de biocarvão), T3 (75% húmus + 25% biocarvão), T4 (25% húmus e 75% biocarvão) e T5 (100% húmus).

Antes de dar início ao experimento, foram coletadas amostras de solo para análises químicas, tanto do solo a ser trabalhado (Tabela 1), quanto dos condicionadores de solo utilizados (Tabela 2).

Tabela 1. Análise química do solo utilizado para o experimento.

Profundidade	pH	H+Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	CTC	P	C-org
cm			-----cmolc kg ⁻¹ -----					mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹
0-20	7,70	0,66	7,20	2,60	0,07	0,16	10,30	39,00	4,32

O solo utilizado apresenta textura franco arenosa, e possui boa fertilidade em relação à maioria dos nutrientes avaliados, exceto K⁺ e C-orgânico (Tabela 1).

O biocarvão utilizado foi oriundo de madeira de poda do cajueiro, e sua produção foi realizada de forma artesanal em forno de alvenaria (forno de pequeno agricultor, com os mesmos princípios de produção comum de carvão, onde se tenta retirar o oxigênio entupindo as bocas do forno com barro). Já húmus de minhoca foi produzido na fazenda experimental da Unilab, onde foram utilizados palha de bananeira e esterco bovino. Os resultados das análises do biocarvão estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2. Análises químicas do húmus e do biocarvão utilizados no experimento.

	N	P	K	Ca	Mg	Na
	-----g kg ⁻¹ -----					
Húmus	12,00	0,95	1,20	4,25	3,15	-
Biocarvão	-	0,96	3,88	4,90	2,20	0,89

O húmus de minhoca apresenta alto teor de N e K, porém com teores de potássio bastante inferiores aos do biocarvão (Tabela 2).

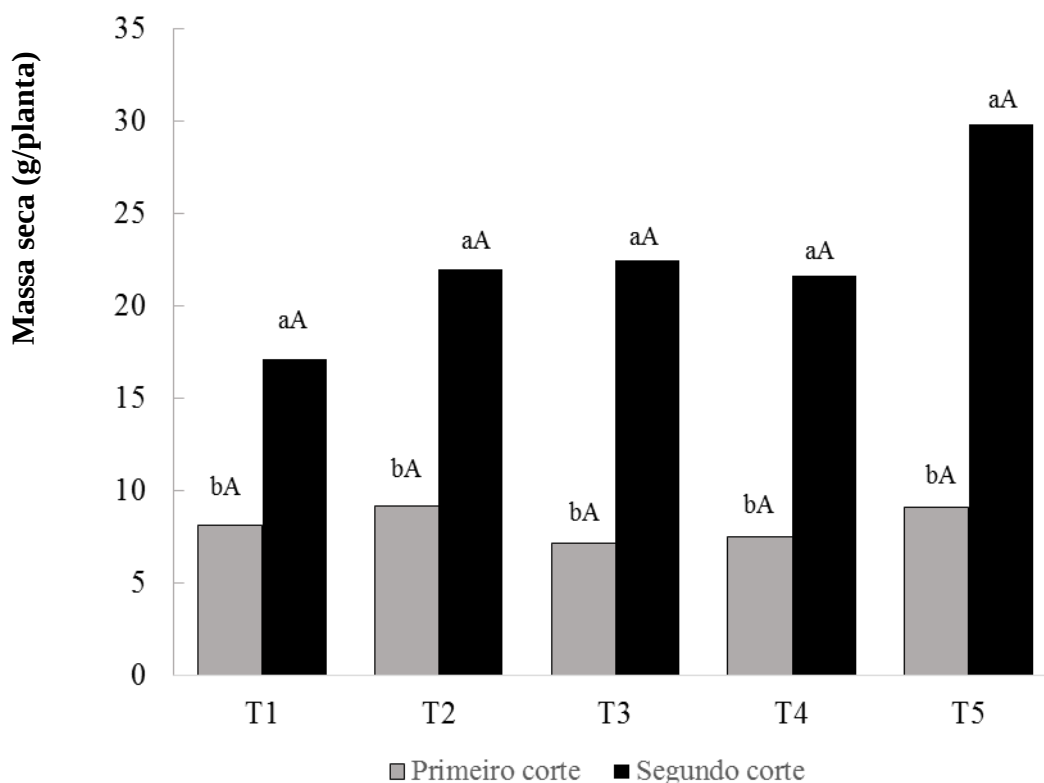
Os únicos tratamentos que, de acordo com as análises, conseguiriam suprir as quantidades adequadas de K, foram os tratamentos 2 (50% de húmus + 50% de biocarvão) e tratamento 4 (25% de húmus + 75% de biocarvão), já nos demais tratamentos foram adicionadas quantidades inferiores de K, em relação ao recomendado para a cultura da rúcula.

As mudas de rúcula foram produzidas em bandejas de 50 cm³. Aos 12 dias após a semeadura foi feito o transplante de 1200 mudas para o canteiro utilizando-se o espaçamento de 5 centímetros entre plantas e 20 centímetros entre linhas. No canteiro também se utilizou o sombrite 50%. A adubação do canteiro, com a incorporação dos condicionadores foi realizada com distribuição manual na superfície e depois incorporada com enxada a aproximadamente 10 centímetros de profundidade. A retirada de plantas invasoras foi feita de forma manual de acordo com o surgimento, de forma periódica para evitar competição por água, luz e nutrientes com as plantas de rúcula. A rega foi realizada de forma manual, duas vezes ao dia, sendo a primeira na parte da manhã e a segunda no final da tarde. O controle de insetos foi feito por catação manual. Foram realizadas duas colheitas com intervalos de aproximadamente 45 dias entre um corte e outro. A cada corte as plantas foram coletadas, lavadas e levadas para pesagem da massa fresca da parte aérea e logo após foram colocadas para secar em estufa a 65° C para a obtenção da massa seca da parte aérea. Para a comparação entre os tratamentos, realizou-se análise de variância no modelo de parcelas subdivididas, sendo as parcelas as épocas de corte e as subparcelas os tratamentos de adubação e/ou condicionador de solo.

Não houve efeito significativo dos tratamentos tanto no primeiro quanto no segundo cortes, havendo apenas diferença entre eles (Figura 1). Apesar de os tratamentos T1, T3 e T5 possuírem quantidades inadequadas de K, em relação a recomendação de adubação, esse resultado não foi percebido na produção de massa seca da cultura.

Uma possível explicação pode se dar ao fato de que a cultura da rúcula possui uma marcha de absorção de nutrientes muito acelerada, e não houve tempo para absorção das fontes de potássio disponibilizadas, pois possui um ciclo de produção muito curto, em torno de 45 dias. Outro fato que deve ser ressaltado é que os adubos orgânicos, contrariamente a fertilizantes minerais, demoram mais para disponibilizar os nutrientes às plantas. Ao avaliar a rapidez de absorção nutricional da rúcula, Grangeiro et al. (2011), observaram que o maior acúmulo de nutrientes se dá aos entre os 25 e 30 dias após a sementeira, o que pode dificultar a absorção de por fontes orgânicas.

Figura 1. Massa seca de parte aérea de rúcula em função de época de corte e de condicionadores de solo (húmus e biocarvão). Sendo: T1 (sem adubação), T2 (50% húmus + 50% de biocarvão), T3 (75% húmus + 25% biocarvão), T4 (25% húmus e 75% biocarvão) e T5 (100% húmus).



Uma outra hipótese para a maior resposta às adubações orgânicas seria aumentar a concentração de adubo por área utilizada. Na segunda colheita (Figura 1), apesar de também não haver diferença estatística entre os tratamentos de adubação pode-se perceber que houve diferença na produção de massa seca de rúcula em relação à primeira colheita. Isso pode ter ocorrido devido no primeiro corte os nutrientes estarem na forma orgânica, devendo ser mineralizados para se tornarem disponíveis às plantas, o que possibilita um resultado superior na segunda colheita, onde os nutrientes estariam mais disponíveis. Resultados semelhantes aos obtidos neste experimento foram relatados por Oliveira et al. (2010) e Sales et al. (2017).

2.2 Cobertura morta vegetal

O uso de resíduos vegetais na forma de cobertura de solo está em consonância com o princípio da sustentabilidade preconizado em sistemas de produção agroecológicos. A ciclagem de nutriente promovida por estes resíduos reduz a importação de insumos, além de contribuir para a regulação térmica do solo, amenizando a temperatura nas horas mais quentes do dia em até 9°C (ALCÂNTARA; MADEIRA, 2008). No entanto, o emprego de coberturas mortas vegetais em sistema orgânico de produção de hortaliças necessita de mais informações quanto aos seus benefícios para o solo e plantas, para isso diferentes coberturas precisam ser testadas de maneira experimental, de forma a garantir um resultado satisfatório na região escolhida. Materiais vegetais utilizados como cobertura morta vegetal precisam apresentar características específicas, como serem de fácil acesso, apresentarem elevada produção de massa seca e não apresentarem liberação de compostos alelopáticos ao desenvolvimento das culturas de interesse. Desta forma, torna-se importante o estudo de diferentes tipos de cobertura morta vegetal em sistema orgânico de produção no Maciço de Baturité, podendo trazer respostas e opções para a melhoria das condições do solo de canteiros e para a produção de hortaliças. Na região do maciço de Baturité grande parte dos resíduos vegetais disponibilizados pela atividade agrícola não são, ou são pouco reutilizados pelos produtores. Existe também grande disponibilidade de resíduos vegetais como a palha e casca de arroz, serragem de madeiras e bagana de cana-de-açúcar com alto potencial de uso agrícola para compostagem ou como material de cobertura de solo. Neste trabalho optou-se por utilizar a cultura da rúcula (*Eruca sativa*) por ser pouco conhecida, ser uma opção para os agricultores e consumidores, devido ao seu valor nutritivo e econômico.

O experimento foi conduzido na horta didática do Campus da Liberdade da UNILAB, Redenção-CE no período de 25/10/2016 a 20/10/2017, utilizando coberturas mortas vegetais disponíveis na região do maciço de Baturité (casca de arroz, bagaço de cana-de-açúcar, capim espontâneo e serragem de espécie vegetal maçaranduba (*Manilkara huberi*, (Ducke) A. Chev.), em canteiros de 12,7m². O solo do canteiro possuía textura franco-arenosa, pH alto (solo alcalino), baixa acidez potencial (H+Al), e altos teores de cálcio, magnésio e fósforo, baixos teores de potássio disponível e sódio, alto teor de carbono orgânico, CTC efetiva alta e alta saturação por bases, condições ideais para a produção de hortaliças. Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida com cinco tratamentos e quatro repetições, onde a irrigação foi o tratamento principal e as coberturas mortas vegetais os tratamentos secundários. As coberturas foram aplicadas cobrindo totalmente a área dos canteiros com altura de aproximadamente 3 cm.

Aos 20, 40 e 60 dias avaliou-se a taxa de decomposição do material vegetal e o teor gravimétrico de água do solo. Para determinar a taxa de decomposição das coberturas foram utilizadas bolsas de decomposição (“litter bags”), de náilon com malha inferior a 1 mm, nas dimensões de 20 cm x 20 cm, onde se adicionou o mesmo material utilizado na superfície do canteiro para determinar, a partir de pesagens periódicas, a taxa de decomposição do material. As coletas (uma bolsa por parcela) foram realizadas também em intervalos regulares de tempo pré-determinado correspondente aos 20, 40 e 60 dias após a deposição no campo. O teor de água do solo foi quantificado pelo método gravimétrico (KLAR et al, 1966). Foram coletadas três amostras de solo das parcelas, a 5 cm de profundidade. Estas foram posteriormente homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos e imediatamente pesadas (massa inicial úmida). Para a coleta das amostras no canteiro irrigado, suspendeu-se a irrigação no período de tarde a as amostras de solo foram coletadas nas primeiras horas da manhã do outro dia. Posteriormente, as amostras foram colocadas em estufa a 105^o C, até a completa secagem do solo e então pesadas (massa final). O teor gravimétrico de água do solo foi obtido pela razão entre massa de água e a massa de solo seco e posteriormente foi transformado em porcentagem [$U = (M_{\text{água}}/M_{\text{solo seco}}) \times 100$]. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o esquema de parcelas subdivididas, onde a irrigação

era o tratamento principal e as coberturas vegetais os tratamentos secundários. Quando houve interação foi efetuado o desdobramento, quando não as médias foram apresentadas separadamente. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a análise de variância houve interação entre os tratamentos principais (canteiros irrigado e não irrigado) e a decomposição do material (*litter bags*) para as avaliações aos 20, 40 e 60 dias (Tabela 2). Para esta variável, efetuou-se o desdobramento da interação. Já para a variável umidade do solo em que não houve interação (Figura 3 e 4), as médias dos canteiros e das coberturas foram apresentadas separadamente.

Aos 20 dias após a aplicação dos tratamentos ao analisar a porcentagem de decomposição das coberturas em função da irrigação (tabela 3), percebeu-se que houve diferença significativa apenas nas parcelas que receberam cobertura com capim espontâneo, onde no canteiro irrigado o capim apresentou maior porcentagem de decomposição em comparação ao canteiro não irrigado. Já aos 40 e 60 dias após a deposição das coberturas mortas vegetais, além das diferenças nos tratamentos com capim espontâneo ainda se verificou diferença significativa entre os canteiros irrigados e sem irrigação no tratamento com bagaço de cana, no qual o canteiro irrigado também apresentou maiores taxas de decomposição (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagem de decomposição de diferentes coberturas do solo em função dos tratamentos avaliados aos 20, 40 e 60 dias após a deposição.

Canteiros	Decomposição (%)			
	Casca de arroz	Bagaço de cana	Serragem	Capim espontâneo
Avaliação aos 20 dias				
Irigado	12,7 aB	20,1 aA	7,6 aB	13,5 aAB
Não irrigado	15,6 aAB	17,4 aA	9,5 aBC	5,1 bC
Avaliação aos 40 dias				
Irigado	14,5 aB	28,9 aA	8,5 aC	25,1 aA
Não irrigado	17,1 aAB	21,7 bA	10,8 aC	12,7 bBC
Avaliação aos 60 dias				
Irigado	18,5 aB	36,5 aA	9,2 aC	38,7 aA
Não irrigado	17,6 aBC	29,5 bA	11,9 aC	23,8 bAB

*Letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao analisar a porcentagem de decomposição em função das coberturas mortas vegetais, o bagaço de cana foi o material que apresentou maior taxa de decomposição aos 20, 40 e 60 dias. Já a cobertura com serragem foi a que apresentou menor taxa de decomposição, exceto no tratamento com capim aos 20 dias no canteiro não irrigado. De modo geral, esses resultados estão relacionados com o fato de que os materiais mais suscetíveis às perdas por decomposição e arraste mecânico desaparecem com maior facilidade, enquanto as frações mais resistentes permanecem por mais tempo. Segundo Silva et al. (2014), o processo de decomposição é influenciado não apenas pela qualidade ou tipo de material, mas também pela dinâmica do ambiente e se diferencia de acordo com a natureza química do material e com as condições edafoclimáticas.

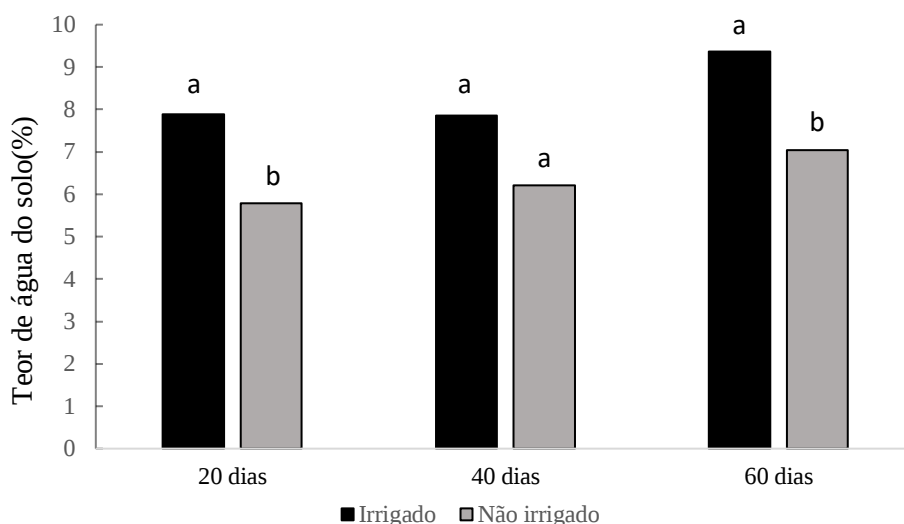
Neste trabalho a cobertura com bagaço de cana de açúcar apresentou a maior taxa de decomposição, fato explicado pela própria composição do material. Tratou-se de um material recém-moído, e que, segundo Santos et al. (2011), possui cerca de 50% de umidade, 45% de fibras lignocelulósicas, de 2 a 3% de sólidos insolúveis e de 2 a 3% de sólidos solúveis, sendo um material complexo, constituído principalmente de celulose, hemicelulose e lignina, que são os responsáveis pelo seu elevado conteúdo energético. Possivelmente por seu elevado teor energético,

a cobertura com bagaço de cana atraiu formigas e cupins que contribuíram para a decomposição do bagaço de cana, fato não observado nas demais coberturas.

As coberturas de serragem de maçaranduba e casca de arroz apresentaram menores taxas de decomposição bem como demonstraram ser coberturas menos susceptíveis a perdas biológicas e arraste mecânico, proporcionando uma cobertura mais estável e duradoura no solo. A serragem utilizada para o presente trabalho foi proveniente da espécie vegetal Maçaranduba (*Manilkara huberi*, (Ducke) A. Chev., muito resistente à ação de agentes biológicos decompositores como fungos, bactérias e cupins-de-madeira-seca, sendo considerada altamente durável em contato com o solo, apresentando vida útil superior a oito anos (IPT, 1989). As cascas de arroz têm lenta biodegradação, permanecendo em sua forma original por longos períodos, caracterizando um material ideal para utilização como cobertura de solo por ser durável e resistente a decomposição.

Aos 20 e 60 dias após deposição das coberturas em função dos canteiros irrigado e não irrigado (Figura 3), pode-se perceber que o canteiro irrigado apresentou mais umidade, como era de se esperar. Porém aos 40 dias após a deposição das coberturas, não houve diferença significativa entre os canteiros, provavelmente em decorrência de chuvas no período de avaliação. Observa-se que os valores de média de umidade encontram-se baixos, certamente devido ao fato da irrigação ser cessada no dia anterior a coleta das amostras de solo, além do solo do canteiro ser arenoso as amostras foram coletadas nos primeiros 5 cm da camada superficial do solo o que pode ter interferido no baixo valor de umidade do solo.

Figura 3. Teor de água do solo (%), com diferentes coberturas, medido na profundidade de 5 cm, aos 20, 40 e 60 dias após deposição das coberturas em função do tratamento principal (canteiro irrigado e sem irrigação).

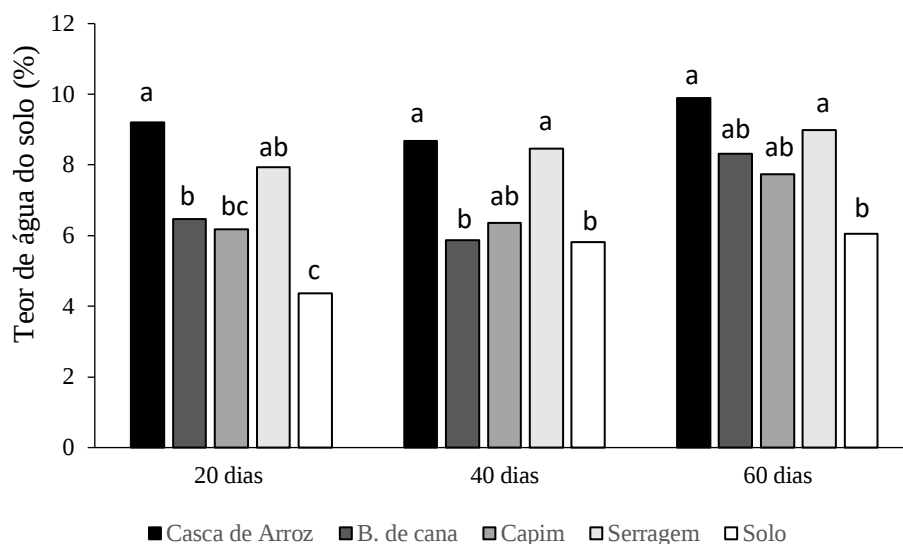


Ao analisar a umidade do solo (Figura 4) em relação às coberturas mortas vegetais, verifica-se que as que apresentam maiores valores de umidade são as coberturas de casca de nas avaliações realizadas aos 40 e 60 dias após deposição das coberturas houve a interferência da chuva nos resultados encontrados no presente trabalho, entretanto, pode-se perceber no decorrer do experimento que as coberturas compostas por casca de arroz e serragem mantinham o solo bem coberto mesmo com o impacto das gotas de chuva, ação do vento e animais. De acordo com Oliveira & Souza (2003) os resíduos de coberturas vegetais promovem uma retenção da água na sua estrutura, liberando-a gradativamente ao solo e deixando-o mais úmido na camada superficial

por se encontrar em contato direto com os mesmos. Segundo Oliveira & Souza (2003), se tratando de um bioma onde o déficit hídrico é um dos principais limitadores para o desenvolvimento das atividades agrícolas, o uso de coberturas pode amenizar as perdas de água nos períodos críticos, pois são resíduos vegetais capazes de promover a retenção da água, liberando-a gradativamente ao solo e deixando-o mais úmido. Desse modo a utilização de coberturas vegetais no solo favorece o estabelecimento de culturas em períodos em que a água se torna escassa.

As coberturas utilizadas no presente trabalho demonstraram ser eficientes na retenção de água no solo, pois ambas apresentaram médias de umidade superiores ao tratamento com solo descoberto (Figura 4). Para a variável teor de água no solo a cobertura com casca de arroz proporcionou ao solo maiores teores de umidade que as demais aos 20 dias, porém aos 40 e 60 dias não apresentou diferença significativa à cobertura com serragem.

Figura 4. Teor de água do solo (%), com diferentes coberturas, medida na profundidade de 5 cm, aos 20, 40 e 60 dias após deposição das coberturas em função do tratamento secundário (coberturas mortas vegetais).



Seguindo a mesma tendência, para a variável de decomposição (*litter bags*) a cobertura com serragem e casca de arroz apresentaram, menores médias, ou seja, uma menor percentual de decomposição que as demais coberturas, demonstrando que as coberturas com serragem e casca de arroz são mais vantajosas para uso na agricultura, pois proporcionam ao solo uma melhor capacidade em reter umidade por um maior período de tempo.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da ausência de diferenças estatísticas na produção de rúcula, o uso do biocarvão como melhorador de solo em pequenas propriedades deve ser objeto de mais estudos, principalmente se verificada a disponibilidade de matéria prima para pirólise.

O uso de coberturas mortas vegetais é uma alternativa importante para a manutenção do teor de água no solo e é uma medida fácil de ser adotada, destinando adequadamente resíduos encontrados regionalmente.

Agradecimentos: À Unilab e aos programas institucionais de iniciação científica: PIBIC/CNPq e BICT/FUNCAP.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R.C; CRUZ, J.C; VIANA, H.M. Plantas de cobertura de solo. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 1679-012X Versão Eletrônica - 7ª edição, 2011. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/ferverde.htm. Acesso em: 26 de maio de 16.
- GRANGEIRO, L.C. et al. Crescimento e acúmulo de nutrientes em coentro e rúcula, **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.1, p.11-16, 2011.
- MAGDOFF, F., VAN ES, H. Building soils for better crops. Handbook series 10, Sare/USDA, 2009. ISBN 978-1-888626-13-1. Disponível em: www.sare.org/content/download/841/6675/Building_Soils_For_Better_Crops.pdf
- MIRALLES, I. et al. Modifications of organic matter and enzymatic activities in response to change in soil use in semi-arid mountain ecosystems (southern Spain). **European Journal of Soil Science**, v.63, p. 272-283, 2012.
- MULCAHY, D.N.; MULCAHY, D.L.; DIETZ, D. Biochar soil amendment increases tomato seedling resistance to drought in sandy soils. **Journal of Arid Environments**, v. 88, p. 222-225, 2013.
- OLIVEIRA, E. Q. et al. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral, **Horticultura Brasileira**, Lavras, v. 28, n. 1, p.36-39, 2010.
- OLIVEIRA, C. A. P. de; SOUZA, C. M. de. Influência da cobertura morta na umidade, incidência de plantas daninhas e de broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em um pomar de bananeiras (*Musa* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 345-347, aug. 2003
- RESENDE, F. V. et al. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, p. 100-105, 2005.
- SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA D. D. Umidade do solo no semiárido pernambucano usando-se reflectometria no domínio do tempo (TDR). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.670-679, 2011.
- SANTOS, J. L. S. Biocarvão como condicionador da fertilidade e da microbiota de solo de cerrado cultivado com soja, Goiânia-GO, **Tese** (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Goiás, p.24-25, 2013.
- SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M. de M.; SCHWENGBER, J. E. Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 11 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 57).
- SOLOMON, D. et al. Long-term impacts of anthropogenic perturbations on dynamics and speciation of organic carbon in tropical forest and subtropical grassland ecosystems. **Global Change Biology**, v. 13, p. 511-530, 2007.

SOUSA, F.P. et al. Carbon and nitrogen in degraded Brazilian semi-arid soils undergoing desertification. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.148, p.11-21, 2012.

SOUZA JL; PEREIRA, VA. Importância multifuncional de coberturas mortas em canteiros de cenoura no sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, Lavras, v. 29: S4214 S4222, 2011.

TRANI, P. E. et al. **Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas**, Revista Campo & Negócios HF, Uberlândia-MG, p. 50 – 58, 2011.

ESTUDO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO SEMIÁRIDO

Elana de Almeida Pessoa
Camila Karla Galindo
Emanoeli Freire
Francisca Edineide Barbosa

1. INTRODUÇÃO

Durante a realização do licenciamento ambiental é necessário que ocorra uma série de estudos ambientais, que servem para dar subsídio a análise ambiental das atividades e/ou etapas de implantação e operação de empreendimentos. Esses estudos podem ser necessários nas etapas de concepção do projeto, instalação e operação. No Brasil, é possível encontrar estudos ambientais que são comuns em grande parte dos estados, no entanto, a fase do licenciamento em que são solicitados e o conteúdo dos estudos ambientais podem variar de um estado para o outro, de acordo com sua legislação e procedimentos próprios. É o órgão ambiental competente que irá definir, a partir do potencial do impacto ambiental causado, quais serão os estudos ambientais solicitados, bem como em que fases do licenciamento estes deverão ser realizados para cada tipo de caso específico de empreendimento ou atividade.

Entre os estudos ambientais realizados no licenciamento, podemos destacar o Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD), que inicialmente foi concebido, para minimizar os impactos ambientais causados pela mineração (BARROS, 2019), sendo depois utilizado também para outros tipos de empreendimentos. O PRAD surgiu em decorrência da obrigatoriedade legal da recomposição das condições ambientais anteriores, tendo desse modo, por objetivo promover o retorno da área degradada a um estado aceitável de estabilidade ambiental.

Segundo ICMBio (2013), podem existir diversos modelos e técnicas para a recuperação de uma área degradada, onde a escolha irá depender da situação de degradação da área e das condições de regeneração do ecossistema que foram afetados. Por isso, existe a necessidade, de um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) específico em cada caso. O PRAD deve por tanto, conter o conjunto de métodos, instruções e materiais, a fim de que seja possível esse retorno do sítio degradado, para que então possa ocorrer um determinado tipo de uso do solo, que esteja de acordo com o plano estabelecido para uso ou capacidade produtivas dos recursos ambientais existentes no local.

Sendo assim, esse trabalho tem por finalidade apresentar uma proposta de Plano de Recuperação de Área Degradada, para uma área, em que ocorreu a retirada da vegetação original para extração de areia para construção civil, localizada no município de Uruoca – CE.

2. ERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

O conceito de área degradada ou de paisagens degradadas pode ser compreendido como locais onde existem (ou existiram) processos causadores de danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade produtiva dos recursos naturais (DECRETO FEDERAL 97.632/89).

Segundo Botelho (2007) um ecossistema degradado é aquele que teve os seus meios de regeneração biótica eliminados com a vegetação, após distúrbios. Seu retorno ao estado inicial

ocorre em longo prazo ou pode nunca ocorrer. Em casos como esse, para uma regeneração acelerada é necessária uma ação antrópica.

Nascimento (2007) define a degradação ambiental como uma consequência de atividades que diretamente ou não prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, elas podem criar condições contrárias às atividades sociais e econômicas, afetar negativamente os fatores bióticos, afetar as condições estéticas ou sanitárias do meio Ambiente e lançar matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Das áreas degradadas, 98,8% estão relacionadas às atividades de produção e extrativismo, e 1,2% a ações como mineração, construção de estradas, represas, áreas industriais, disposição do lixo urbano de forma incorreta, e erradicação da mata ciliar e de galeria, entre outras, resultando em impacto imediato sobre o solo (EMBRAPA, 2004 apud NETO, ANGELIS e OLIVEIRA, 2004).

De acordo com o IBGE, o Semiárido brasileiro é uma região delimitada pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste-SUDENE considerando condições climáticas dominantes de semiaridez, em especial a precipitação pluviométrica. Como reflexo das condições climáticas, a hidrografia é frágil, em seus amplos aspectos, sendo insuficiente para sustentar rios que se mantenham perenes nos longos períodos de ausência de precipitações. Constitui-se exceção o rio São Francisco.

Dentre as atividades causadoras de degradação ambiental, a mineração tem destaque. Essa atividade promove inicialmente a retirada da vegetação, deixando o solo descoberto, e favorece os processos erosivos, que são intensificados por chuvas e/ou vento. Com o desgaste, os resíduos são levados para as fontes de água e vão sedimentando, o que faz diminuir a capacidade e a vazão dos rios.

A retirada de material e solo reduz o potencial de regeneração da vegetação natural. Logo a ausência de cobertura contribui além da erosão, para o aumento da temperatura e redução da umidade do ar, dificultando a vida dos seres bióticos. Com o solo infértil, o desenvolvimento da agricultura é prejudicado, diminuindo a produção de alimentos e aumentando a fome e a pobreza. O meio ambiente também é prejudicado com este processo.

Em contraponto, a mineração promove a geração de empregos, criando renda, impulsionando a economia para um maior crescimento do PIB. Do ponto de vista da sustentabilidade e legislativo, áreas de mineração devem ser recuperadas após cessar as atividades.

Assim, optar pela recuperação de uma área degradada demonstra cuidado com o meio ambiente e o intuito de protegê-lo para as gerações futuras. O PRAD também assegura outros benefícios, como inúmeras possibilidades de uso do solo, saúde, segurança e produtividade do meio ambiente. Esse instrumento evita consequências indesejadas, como esterilidade do solo e desmoronamentos de áreas, mantendo a diversidade ambiental e garantindo a qualidade dos recursos renováveis.

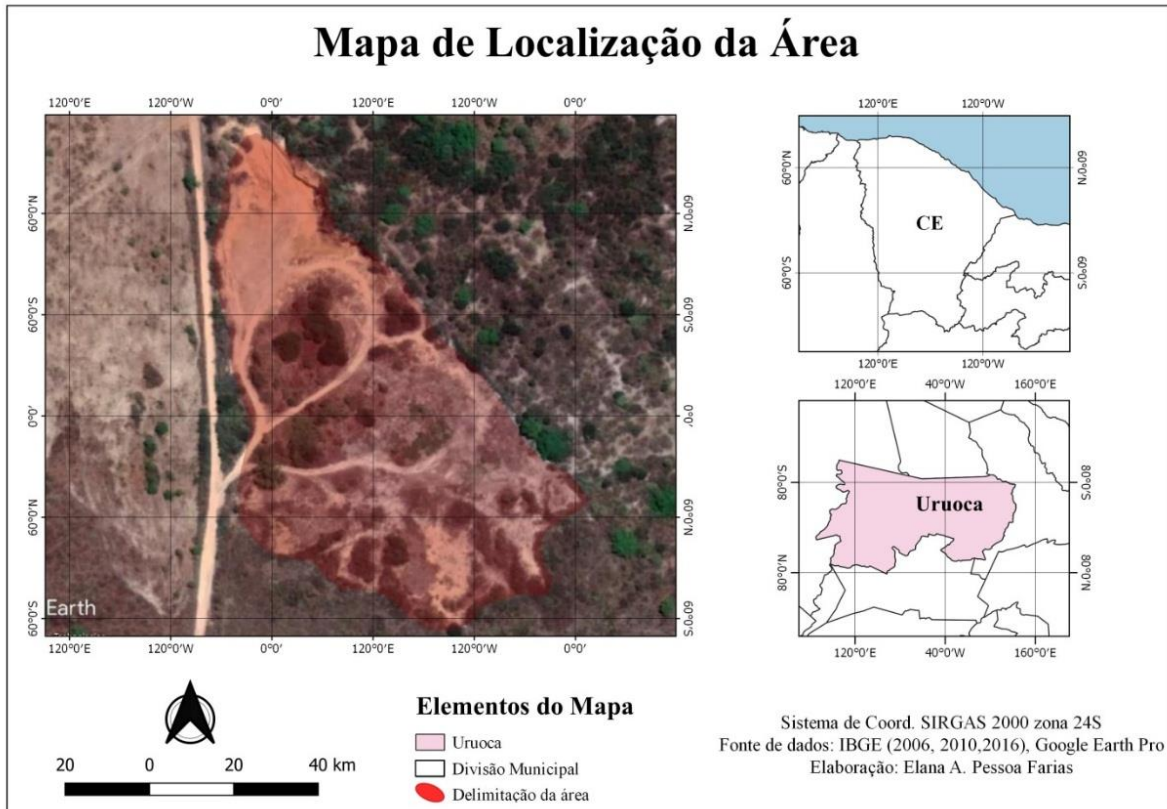
3. MATERIAL E MÉTODO

A área de estudo está inserida no bioma da caatinga, em uma área de depressão sertaneja, onde a altitude média do relevo é de 70 metros. Em uma abordagem de compartimentação geomorfológica, o Município de Uruoca, está inserido na superfície sertaneja.

O local de estudo trata-se de uma área particular de aproximadamente 10 ha, destinada a mineração de areia para atividades da construção civil (Figura 1). Esta extração de areia foi iniciada em meados de 2006. Atualmente apresenta-se em estágio avançado de erosão, pois, na medida em que a extração é realizada vai-se tirando não só a areia, mas também o solo, nutrientes e a vegetação, haja vista que esta se encontra quase dizimada em sua totalidade.

No que se refere à vegetação do município, há o predomínio da caatinga Arbustiva Densa Complexo Vegetação da Zona Litorânea Floresta Mista Dicótilo-Palmácia, segundo o IPECE (2016). Em consenso ao tipo de clima, faz-se dominante o clima tropical quente e semiárido brando com chuvas de janeiro a abril, prevalecendo o período de 4 meses dos 6 meses. Este tipo de clima é caracterizado pela escassez de chuvas e grandes irregularidades e temperaturas elevadas com média de 26 °C a 28 °C.

Figura 1: Localização da Área em Estudo



Fonte: Google Earth e Autores

Para a realização do PRAD proposto efetuou-se num primeiro momento, campanhas in loco objetivando delimitar, fotografar, conhecer o nível de degradação do meio, as condições do solo e a identificação das espécies da vegetação remanescente (Ver figuras 2 e 3). Numa segunda etapa, realizada em laboratório, os dados de campo foram interpretados de forma a verificar qual técnica de recuperação melhor se adequa a situação, tendo-se por base vários trabalhos oriundos de pesquisa bibliográfica.

Figura 2 e 3: Talude criado devido a retirada de terra



Fonte: Arquivo dos autores

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área do empreendimento toda a vegetação foi removida, sendo identificada a existência de vegetação apenas no entorno da área e na parte onde está situado o acúmulo dos resíduos sólidos residenciais.

A tabela a seguir mostra o nome científico e popular das espécies que foram identificados na área, fizemos a identificação através do aplicativo PlantNet.

1. Tabela: Espécies identificadas.

<i>NOMES CIENTIFICOS</i>	<i>NOME POPULAR</i>
1. Sambucus Migra	Sabugueiro
2. Juglans Regia	Nogueira comum
3. Robinia Pseudoacácia	Acácia bastarda
4. Pastinaca Sativa	Cherovia
5. Prunus Spinosa	Abrunheiro
6. Cercis Siliquastrum	Olaía
7. Ceratonia Siliqua	Alfarrobeira
8. Gleditsia Triacanthos	Espinheiros da Virginia
9. Phytolacca Americana	Baga moreira
10. Prunus Domestica	Ameixa comum
11. Anacardium Occidental	Cajueiro
12. Mimosa Tenuiflora	Jurema preta

Fonte: Adaptado pelos autores

As imagens a seguir mostram as áreas de maior acúmulo de resíduos sólidos de origem domiciliares e também os locais onde há maior concentração de vegetação.

Figura 4 e 5: Área de acumulo de resíduos sólidos



Fonte: arquivo dos autores

Dados fornecidos pelo Instituto de Pesquisa e Estrategia Economica do Ceará- IPECE classificam o solo da área como, que são caracterizados por apresentar a desargilação, ou seja, perda de argila, esse processo e resposavel pela estrutura arenosa nos horizontes A ou E. Na visita *in loco*, foi evidente a elevada profundidade do solo anteriormente a extração mineral. Atualmente observa-se a intensa perda dos horizontes superficiais e subsuperficiais, chegando inclusive a ocorrer afloramentos rochosos.

Com base nas observações de campo e análise e bibliográficas dividiu-se as atividades do PRAD em duas etapas, sendo a primeira baseada em ações mecânicas que melhorarão a conformação do terreno, por meio do corte de parte do talude criado com a extração da areia, para que haja o aterro das áreas mais profundas, gerando uma área de declividade ideal para a fixação e desenvolvimento da cobertura vegetal.

Posteriormente, compor-se-á a realização de plantio e o enriquecimento do solo com materiais orgânicos, será semeado com gramíneas (*braquia humidicolas*) e capim em touceira (*brachiara brizantha*) para que o solo seja fixado. A escolha destas espécies está relacionada com o rápido crescimento e a facilidade da infiltração da água. Ressaltamos que o plantio de gramíneas e capim touceira ficara destinado somente para o talude de forma que venha garantir a fixação do solo e não haja chances de se tornarem invasoras no restante da área cultivada, nas demais áreas será feito a cultivação de mudas arbóreas nativas.

Na segunda etapa, baseado no levantamento florístico deverá ser escolhidas mudas nativas de viveiros idôneos de forma que sejam fornecidas espécies nativas de acordo com as características da área, atendendo alguns parâmetros como: espécies representativas da região, inclusão de espécies nativas-frutíferas. Para o plantio das mudas deve-se escolher o período que ocorre as chuvas para facilitar o estabelecimento das plantas.

Para garantir uma boa adaptação das espécies plantadas a manutenção se apresenta como indispensável haja vista a garantia de uma boa adaptação das espécies plantadas, sendo assim, esta continuidade será com a limpeza de cada árvore plantada a fim de remover ervas daninha e garantir que cada planta receba quantidade suficiente de água, luz e nutrientes, assim, não perdendo a capacidade de se desenvolver.

As atividades já mencionadas no decorrer deste trabalho devem ser executadas preferencialmente com o acompanhamento de um engenheiro agrônomo, se privando do uso de materiais que não sejam orgânicos, garantindo que sua execução se dê da forma mais ecológica possível, em complemento ao que já foi apresentado o empreendedor ficará responsabilizado de realizar distribuição de mudas, desenvolver programas de atividades de educação ambiental envolvendo seus funcionários e a comunidade, a fim de promover uma conscientização sobre a importância para cobertura vegetal no equilíbrio ecológico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como é sabido por todos a extração da vegetação nativa abre espaço para o acentuamento da erosão do solo, podendo ocasionar uma série de problemas ambientais como, por exemplo: deslizamentos, enchentes, assoreamento dos rios, morte de espécies da fauna e flora, empobrecimento do solo e etc. Atividades que requerem a supressão vegetal aumenta amplamente a cada dia, neste sentido a recuperação da área, como estabelecido nos PRADs torna-se indispensável, até mesmo por que a Lei n.6.938/81(art 2º,VIII) da Política Nacional do Meio Ambiente, dispõe como um de seus princípios a recuperação de áreas degradadas.

REFERÊNCIAS

- BOTELHO, S. A. et al. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do Rio Grande, na usina hidrelétrica de Camargos, MG. Revista Árvore. V. 31, 2007. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v31n1/20.pdf>>
- BRITO, S. Zélia; BRITO, S. Célia; MEDEIROS, N. Amanda; LUCENA, A. M. Kássio. Proposta de elaboração de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para uma área de mineração no município de Cajazeiras. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV070_MD4_SA11_ID1475_02052017133059.pdf. Acesso em: 12 de fevereiro de 2020.
- COSTA FALCÃO, C.L; FALCÃO SOBRINHO, José. **Semi-Árido: diversidades naturais e culturais**. Fortaleza, Expressão Gráfica. 2008
- EMBRAPA, Solos. Disponível em: https://www.embrapa.br/contando-ciencia/solos/-/asset_publisher/1ZCT5VQ5Hj1S/content/pintando-com-tinta-de-solo/ > Acesso em: 11. Jan. 2020.
- ÉTICA AMBIENTAL. O que é prad. Disponível em: <https://etica-ambiental.com.br/o-que-e-prad/>> Acesso em 26. Fev. 2020
- GRANDE, Casa mineração. Atividade De Extração De Minério. Disponível em: <http://sudema.pb.gov.br/>> Acesso em: 11. jan. 2020.
- ICMBio. **Roteiro de Apresentação para Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) terrestre**. MMA - Ministério do Meio Ambiente, 2013. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/images/stories/o_que_fazemos/gestao_e_manejo/Roteiro_PRAD_versao_3.pdf. Acesso em: 10 de fevereiro de 2020.
- IPECE, Uruoca. Disponível em :https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Uruoca_2009.pdf. Acesso em: 11. jan.2020.

Master Ambiental. **Licenciamento e estudos ambientais**. Disponível em: <https://www.masterambiental.com.br/consultoria-ambiental/licenciamento-e-estudos-ambientais/plano-de-recuperacao-de-area-degradada-prad/> Acesso em: 12 de fevereiro de 2020.

Master Ambiental. **Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD)**. Disponível em: <https://www.masterambiental.com.br/consultoria-ambiental/licenciamento-e-estudos-ambientais/>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2020.

NASCIMENTO, W. M. do. Planejamento básico para recuperação de área degradada em ambiente urbano. *Espacio y Desarrollo*. N.19, 2007. Disponível em: <
<http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/10641/11112>>

NETO, G. D. A.; ANGELIS, B. L. D. de; OLIVEIRA, D. S. de. O uso da vegetação na recuperação de áreas urbanas degradadas. *Acta Scientiarum*. V. 26, 2004. Disponível em: <
periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/1555/898.pdf>

PNLA - Portal Nacional do Meio Ambiente. **Estudos Ambientais**. MMA - Ministério do Meio **AMBIENTE**. Disponível em: <http://pnla.mma.gov.br/estudos-ambientais> Acesso em: 16 de fevereiro de 2020.

INFLUÊNCIA DE DOSES DE BIOFERTILIZANTE NOS ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DO SOLO NO CULTIVO DA BANANEIRA ‘BRS PLATINA’

Monikuelly Mourato Pereira
Eugênio Ferreira Coelho
Hélio Gondim Filho
Francisco Éder Rodrigues de Oliveira

1. INTRODUÇÃO

Os microrganismos estão presentes no meio ambiente e exercem uma variedade de funções essenciais. A biomassa microbiana é tanto o agente de alterações bioquímicas no solo quanto um repositório de nutrientes vegetais que são mais lábeis do que a maior parte da matéria orgânica do solo (DWIVEDI; SONI, 2011).

Em estudos sobre a atividade microbiana em solos com diferentes tipos de manejo, Hungria et al. (2009) observaram que o aumento da atividade microbiana esteve intimamente ligado à deposição de material orgânico. A aplicação de fertilizante orgânico pode aumentar o acúmulo de carbono orgânico total principalmente nas camadas superiores do solo (LOURENZI et al., 2011). A quantidade desse aumento está associada principalmente com a composição, a frequência de aplicação, e a quantidade do fertilizante orgânico (GUARDINI et al., 2012).

Um dos indicadores utilizados para avaliar a atividade da microbiota do solo é a respiração basal, que representa o CO₂ produzido pela biomassa microbiana durante os processos de decomposição e mineralização da matéria orgânica adicionada ao solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Respiração basal é um parâmetro utilizado para quantificar a atividade microbiana e, indiretamente, a qualidade do solo (SILVA et al., 2014). A avaliação combinada de biomassa microbiana e respiração do solo fornece a quantidade de dióxido de carbono desenvolvido por unidade de biomassa, denominada quociente metabólico (qCO_2) (BOECHAT et al., 2012), e são fundamentais para entender melhor o solo submetido à adição de biofertilizantes orgânicos.

Em razão da importância dos atributos biológicos para os processos que ocorrem no solo, verifica-se que estudos a respeito da quantidade e atividade da biomassa microbiana podem fornecer subsídios para o melhor uso do solo (D'ANDRÉA et al., 2002). Por serem sensíveis às mudanças que ocorrem no solo, os microrganismos são importantes indicadores na avaliação das alterações resultantes de diferentes práticas agrícolas (HUNGRIA et al., 2009). Assim, a avaliação da biomassa e respiração microbiana apresenta-se como um importante subsídio para melhor entender a dinâmica dos processos de transformação dos resíduos orgânicos no solo (SEGATTO et al., 2012).

Do ponto de vista da produtividade do solo, a biomassa microbiana do solo controla os principais processos envolvidos na transformação de nutrientes e ciclagem da manutenção da matéria orgânica do solo e macroagregação para características favoráveis de água e aeração.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações microbiológicas em um Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico, submetido a diferentes doses do biofertilizante tipo ‘Vairo’, na variedade de banana ‘BRS Platina’.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Influência da aplicação de biofertilizante nos atributos biológicos do solo*

O biofertilizante bovino líquido apresenta em sua composição microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica que atuam não só nas plantas como também sobre a atividade microbiana do solo (BETTIOL et al., 1998).

A aplicação de biofertilizantes pode aumentar o acúmulo de carbono orgânico total particularmente nas camadas superiores do solo (LOURENZI et al., 2011). No entanto, a velocidade deste aumento está associada principalmente com a composição, a frequência, e a quantidade do material aplicado (GUARDINI et al., 2012).

Os valores de CBM indicam o potencial de reserva de C no solo, permitindo mensurar o acúmulo ou perda de C em função do manejo. Quanto maior o valor de CBM, maior será a reserva de C no solo, o que expressa um menor potencial de decomposição da matéria orgânica (FIALHO, 2005).

Em estudo conduzido por Sousa et al. (2014) foi constatado que a aplicação de doses de dejetos suínos (0, 125, 250, 500 kg ha⁻¹) favoreceu um incremento na biomassa microbiana. Araújo et al. (2014) avaliaram o efeito de três tipos de biofertilizantes na biomassa e atividade microbiana de um fluvisol cultivado com pimentão e constaram que a aplicação dos biofertilizantes aumentou esses atributos em comparação aos controles (fertilização convencional e não fertilização).

A respiração basal do solo reflete a produção de CO₂ no solo resultante da atividade respiratória de microrganismos, protozoários, nematóides, insetos, anelídeos e raízes do solo. A respiração é um indicador que revela rapidamente alterações nas condições ambientais que porventura afetem a atividade microbiana (DE-POLLI; PIMENTEL, 2005). No entanto, a interpretação dos dados de respiração basal deve ser cuidadosa, uma vez que o incremento na atividade respiratória pode ser desencadeada tanto pela alta produtividade de um determinado ecossistema quanto pelo estresse advindo de distúrbios ambientais (SILVA et al., 2007).

A análise isolada do carbono da biomassa microbiana (CBM) e da respiração basal do solo (RBS) pode limitar a análise do solo quanto à atividade microbiana; assim, o quociente metabólico, junto com essas variáveis fornecem informações mais adequadas para o entendimento da atividade microbiológica do solo (ALVES et al., 2011).

O quociente metabólico (qCO_2) é a razão entre a respiração basal e o carbono da biomassa microbiana, por unidade de tempo (ANDERSON; DOMSCH, 1990). Ele expressa quanto de CO₂ é liberado pela biomassa microbiana em função do tempo, representando a taxa de respiração específica da biomassa microbiana (ALVES et al., 2011). O qCO_2 indica a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o carbono disponível para biossíntese, sendo indicador sensível para estimar a atividade biológica e a qualidade do substrato (SAVIOZZI, 2002).

Singh et al. (2015) avaliaram os efeitos de sete combinações de adubos orgânicos (resíduos vegetais, biofertilizante, esterco e vermicomposto) em dois sistemas de cultivo, arroz-trigo e arroz-trigo-feijão, nesse estudo os autores constataram aumento significativo do carbono da biomassa microbiana nas parcelas onde foi aplicada a combinação de esterco, resíduo vegetal e biofertilizante, aumento da respiração basal do solo com a adição das diferentes fontes de adubos orgânicos. Também observaram aumento do qCO_2 em quase todas as combinações de aplicação de adubos orgânicos nos dois sistemas de cultivo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e condução experimental

O estudo foi conduzido na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, com coordenadas geográficas 12°40'19"S; 39°06'22"W; 225 m, no período de julho de 2016 a julho de 2017. O solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico, (EMBRAPA, 1993, atualizado por Santos et al., 2018). O clima é classificado como tropical úmido (Af) segundo a classificação de Köppen, com ocorrência de precipitação em quase todos os meses do ano (ALVARES et al., 2014).

O delineamento experimental utilizado no experimento foi o de blocos casualizados. Os tratamentos consistiram em cinco doses do biofertilizante 'Vairo' (0, 100, 180, 280 e 375 mL planta⁻¹ mês⁻¹), com dez plantas úteis por tratamento.

A cultivar utilizada no estudo foi a 'BRS Platina' (híbrido tetraploide AAAB), cujas mudas micropropagadas foram plantadas no espaçamento de 2,5 x 2,5 m, com uma densidade de 1.600 plantas ha⁻¹ em covas de 0,4 x 0,4 x 0,4 m.

O biofertilizante foi preparado em reservatórios plásticos com capacidade para 200 L, utilizando-se os seguintes ingredientes: 80 L de esterco bovino e 80 L de água. O biofertilizante foi aplicado via sistema de irrigação por microaspersão, foi utilizado um microaspersor para quatro plantas. Os emissores utilizados foram autocompensantes de vazão de 54 L h⁻¹, com raio de ação de cerca de 2,5 metros.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As doses de biofertilizante foram submetidas à análise de regressão polinomial, selecionando-se os modelos com base na significância de seus termos e no valor do coeficiente de determinação (R²), utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

3.2 Coleta e preparo de amostras de solo para análises biológicas

A amostragem do solo foi realizada ao final do primeiro ciclo de cultivo. Em cada parcela seis subamostras deformadas formaram três amostras compostas, que foram consideradas como repetição do tratamento. As amostras foram coletadas a 0,30 m de distância da planta e 0,20 m de profundidade com auxílio de um trado tipo holandês. As amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas, posteriormente foram peneiradas (2 mm) e mantidas em câmara fria a 5 °C até a realização das análises.

3.3 Variáveis analisadas

3.3.1 Carbono da biomassa microbiana (CBM)

O carbono da biomassa microbiana (CBM) foi extraído pelo método adaptado da fumigação-extração (FE) segundo Vance et al. (1987). Para a etapa de fumigação, uma amostra de 20 g de solo, com umidade previamente ajustada para 50% da capacidade de campo, e 1 mL de clorofórmio (CHCl₃) isento de etanol foram transferidos para um recipiente de polietileno de 80 mL e mantidos em incubadora com temperatura controlada de 25 °C durante 24 horas. Posteriormente, o frasco foi aberto e mantido em condição ambiente para aspiração do clorofórmio. Após a fumigação, acrescentou-se 50 mL de sulfato de potássio (K₂SO₄) (0,5 mol L⁻¹) com o pH ajustado na faixa de 6,5 a 6,8 e a mistura foi mantida em agitação a 150 rpm por 1 hora utilizando-se agitador com movimento circular horizontal. Após agitação a amostra permaneceu 30 minutos em repouso para

decantação e procedeu-se a filtração utilizando filtro de papel de filtragem lenta. Uma alíquota de 2 mL do filtrado foi transferida para tubo tipo Falcon, em seguida, foram adicionados 3 mL de água destilada, 2,5 mL de H_2SO_4 0,5 mol L^{-1} e 2,5 mL de solução sulfopermangânica ($\text{KMnO}_4 / \text{H}_2\text{SO}_4$). A mistura foi mantida por 16 horas em temperatura ambiente e após o tempo de reação, foi efetuada a leitura da absorbância a 495 nm em espectrofotômetro, conforme método descrito por Brookes (1984). O mesmo procedimento foi realizado em amostras que não sofreram fumigação. As análises foram feitas em triplicatas. O fator de conversão (K_c) usado para converter o fluxo de C para C da biomassa microbiana foi de 0,33 (SPARLING; WEST, 1988). Os teores de CBM foram expressos com base na massa de solo seco em estufa a 105 °C, por 24 h.

Para cálculo do teor de CBM utilizou-se a equação:

$$CBM = \frac{C_F - C_{NF}}{K_c} \quad \text{Eq. (1)}$$

em que,

CBM = carbono da biomassa microbiana (mg kg^{-1});

C_F = teor de C recuperado nas amostras fumigadas (mg kg^{-1});

C_{NF} = teor de C recuperado nas amostras não fumigadas (mg kg^{-1});

K_c = fator de conversão usado para converter o fluxo de C para C da biomassa microbiana (0,33).

3.3.2 Respiração basal (RB)

A quantidade de C- CO_2 liberada pela biomassa microbiana por unidade de tempo foi considerada como sendo a respiração basal (RB) do solo, que foi medida segundo metodologia adaptada de Anderson (1982). Para isso, uma amostra de 100 g de solo, com umidade previamente ajustada para 50% da capacidade de campo, foi transferida para um frasco de vidro de 500 mL tipo Schott. O frasco hermeticamente fechado foi mantido em incubadora a 25 °C por três dias. Após esse período o frasco foi mantido aberto em temperatura ambiente desde o início da manhã até o final do dia, visando reestabelecer o equilíbrio da atividade microbiana. Em seguida, o frasco foi mantido fechado por um período de 18 horas. A quantificação do C- CO_2 liberado foi determinada utilizando um analisador de gás infravermelho (IRGA) modelo LI-8100 (LI-COR®, EUA). A pressão na câmara de fluxo no momento da leitura foi 98,6 kPa e a temperatura de 28 °C. Com esses dados foi calculado o fluxo de C- CO_2 do solo e o resultado foi expresso em $\text{mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo dia}^{-1}$.

3.3.3 Quociente metabólico ($q\text{CO}_2$)

O quociente metabólico ($q\text{CO}_2$) foi obtido pela razão entre a quantidade de C- CO_2 liberada em determinado tempo por unidade de carbono da biomassa microbiana (ANDERSON; DOMSCH, 1990).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os atributos biológicos avaliados foram afetados significativamente pelas doses de biofertilizante (Tabela 1). A CBM foi influenciada ao nível de ($p < 0,01$) de significância, enquanto a RB e o $q\text{CO}_2$ foram à ($p < 0,05$).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância com quadrados médios, significâncias e coeficientes de variação para atributos biológicos do solo na profundidade de 0-0,20 m, no 1º ciclo da bananeira, cv. BRS Platina, fertilizada com biofertilizante via microaspersão. Cruz das Almas, BA, 2017

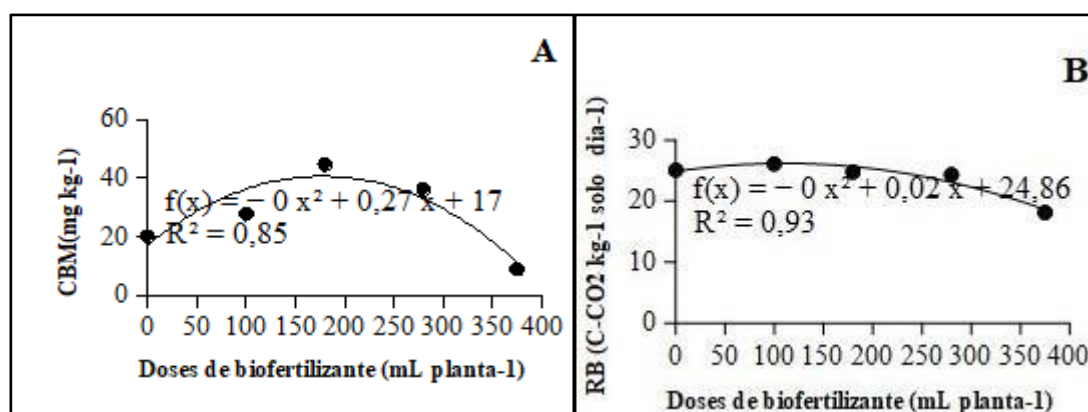
FV	GL	Quadrado médio		
		CBM	RB	qCO_2
Bloco	4	17,11	36,03	0,53
Dose	4	950,24*	50,34*	1,67*
Erro	16	49,47	19,90	0,30
Total	24			
CV(%)		25,57	18,85	47,99

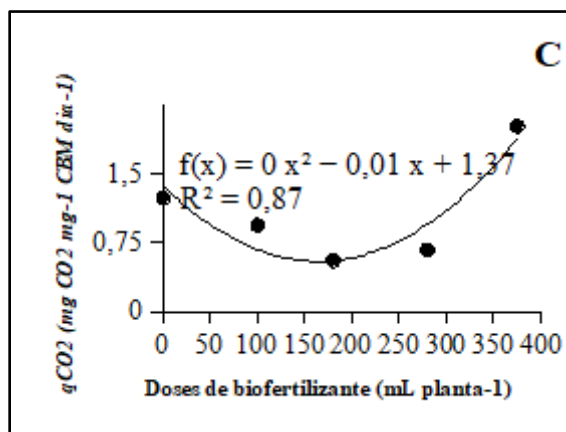
FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; * = Significância ($p < 0,05$) ** = Significância ($p < 0,01$); ^{ns} = Não significativo pelo teste F; CV = Coeficiente de variação; D = Dose do biofertilizante; CBM = Carbono da biomassa microbiana ($mg\ kg^{-1}$); RB = Respiração basal ($C-CO_2\ kg\ solo^{-1}\ dia^{-1}$); qCO_2 = Quociente metabólico ($mg\ CO_2\ mg^{-1}\ CBM\ dia^{-1}$).

O CBM e a RB apresentaram valores máximos de $39,13\ mg\ kg^{-1}$ e $27,59\ C-CO_2\ kg^{-1}\ solo\ dia^{-1}$ para as doses estimadas de 166 e 120 $mL\ planta^{-1}$, respectivamente (Figura 1A e 1B). No entanto, o qCO_2 diminuiu até a dose de 157 $mL\ planta^{-1}$ (Figura 1C). A partir desse ponto, houve decréscimo dos atributos, porém com diminuição mais acentuada para o CBM com consequente aumento do qCO_2 indicando uma alta atividade metabólica dos microrganismos, ou que estavam sob estresse ambiental (FIGUEIREDO; RAMOS, 2009).

No que diz respeito à evolução da respiração basal com o incremento das doses verificamos em Fialho et al. (2006) que a respiração basal do solo cultivado com a bananeira se ajustou ao modelo linear, sendo essa tendência justificada pela utilização da porção lábil do carbono presente no solo, pelos microrganismos. O resultado da presente pesquisa discorda dos encontrados pelos autores, pois houve um decréscimo na RB a partir da dose 120 $mL\ planta^{-1}$, podendo indicar a ocorrência do esgotamento das fontes de C mais prontamente mineralizáveis (C lábil).

Figura 1 - Carbono da biomassa microbiana (CBM) ($mg\ kg^{-1}$); Respiração Basal (RB) ($C-CO_2\ kg^{-1}\ solo\ dia^{-1}$) e quociente metabólico (qCO_2) ($mg\ CO_2\ mg^{-1}\ CBM\ dia^{-1}$) Cruz das Almas, BA, 2017





5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dose de 166 mL planta⁻¹ maximizou o carbono da biomassa microbiana do solo cultivado com a cv. BRS Platina. O aumento do qCO₂ com o incremento das doses do biofertilizante 'Vairo' via microaspersão, sugere a ocorrência de condições estressantes para microbiota e sucessão de população de microrganismos.

Agradecimentos: A FAPESB pela concessão da bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2014.

ALVES, T. S.; CAMPOS, L. L.; NETO, N. E.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana do solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.33, p.341-347, 2011.

ANDERSON, J. P. E. Soil respiration. In. PAGE, A. L (Ed.). **Methods of soil**

analysis. Part 2. Chemical and microbiological methods. Madison: American Society of Agronomy, 1982. p. 837-871.

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effect of environmental condition, such as pH on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.23, p.393-395, 1990.

ARAÚJO, A. S. de.; OLIVEIRA, J. R.; ARAÚJO, R. M.; GOMES, R. L. Biofertilizers on soil microbial biomass and activity. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, p.234-245, 2014.

BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J. A. H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes**. Jaguariúna, SP: EMBRAPA - CNPMA, 1998. 22p. (Circular técnico, 02).

BOECHAT, C. L.; SANTOS, J. A. G.; ACCIOLY, A. M. D. A.; BOMFIM, M. R.; SANTOS, A. C. D. Industrial and urban organic wastes increase soil microbial activity and biomass. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1629-1636, 2012.

BROOKES, P. C.; POWLSON, D. S.; JENKINSON, D. S. Phosphorus in the soil microbial biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v.16, p.169-175, 1984.

D'ANDRÉA, P. et al. **Adubação biológica**: novas tecnológicas na produção agrícola intensiva. 2007. Disponível em: < <http://www.microgeo.com.br/artigos> > acesso em 15 de fevereiro de 2016.

DE PAULA SEGATTO, M.; ANDREAZZA, R.; BORTOLON, L.; SANTOS, V. P.; DWIVEDI, V.; SONI, P.; A review on the role of soil microbial biomass in eco-restoration of degraded ecosystem with special reference to mining areas. **Journal of Applied and Natural Science**, v.3, p.151-158, 2011.

DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M. S. Indicadores de qualidade do solo. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (eds.) **Processos biológicos no sistema solo-planta**: ferramentas para uma agricultura sustentável. Brasília-DF: Embrapa, 2005. p.17-28.

DWIVEDI, V.; SONI, P.; A review on the role of soil microbial biomass in eco-restoration of degraded ecosystem with special reference to mining areas. **Journal of Applied and Natural Science**, v.3, p.151-158, 2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (Cruz das Almas, BA). **Levantamento detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas: 1993. 126 p.(Embrapa-CNPMP. Boletim de Pesquisa, 7).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

FIALHO, J. S.; GOMES, V. F. F.; OLIVEIRA, T. S. de; SILVA JÚNIOR, J. M. T. da. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi - CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v.37, p.250-257, 2006.

FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G. Biomassa microbiana do solo e produção de alface em função da dose de N e adubo orgânico. **Bioscience Journal**, v.25, 2009.

GUARDINI, R.; COMIN, J. J.; SCHMITT, D. E.; TIECHER, T.; BENDER, M. A.; DOS SANTOS, D. R.; BRUNETTO, G. Accumulation of phosphorus fractions in typic Hapludalf soil after long-term application of pig slurry and deep pig litter in a no-tillage system. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.93, p.215-225, 2012.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; BRANDÃO-JUNIOR, O.; KASCHUK, G.; SOUZA, R. A. Soil microbial activity and crop sustainability in a long-term experimente with three soil-tillage and two crop-rotation systems. **Applied Soil Ecology**, v.42, p.288-296, 2009.

LOURENZI, C. R.; CERETTA, C. A.; SILVA, L. S. D.; TRENTIN, G.; GIROTTO, E.; LORENSINI, F.; BRUNETTO, G. Soil chemical properties related to acidity under successive pig slurry application. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.1827-1836, 2011.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2 ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006, 729 p.

SANTOS, H. G dos.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C do.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R.; CUNHA, T. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 530 p.

SAVIOZZI, A.; BUFALINO, P.; LEVI-MINZI, R.; RIFFALDI, R. Biochemical activities in a degraded soil restored by two amendments: a laboratory study. **Biology and Fertility of Soils**, v.35, p.96-101, 2002.

SILVA, E. E. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO_2). Seropédica-RJ: **Comunicado Técnico Embrapa**, 2007.

SILVA, I. F.; ARAUJO NETO, S. E. de; KUSDRA, J. F. Biological activity of soils under systems of organic farming, agroforestry and pasture in the Amazon. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, p.427-432, 2014.

SINGH, M.; DOTANIYA, M. L.; MISHRA, A.; DOTANIYA, C. K.; REGAR, K. L.; LATA, M. Role of biofertilizers in conservation agriculture. In: **Conservation Agriculture**. Springer, Singapore, 2016. p.113-134.

SOUSA, F. A.; de BARROS SILVA, E.; CAMPOS, A. T.; GANDINI, A. M. M.; CORREA, J. M.; GRAZZIOTTI, P. H. Atividade microbiana e produção da lavoura cafeeira após adubação com dejetos líquidos de suínos. **Bioscience Journal**, v.30, p.1041-1049, 2014.

SPARLING, G. P.; WEST, A. W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: Calibration in situ using microbial respiration and C labeled cells. **Soil Biology and Biochemistry**, v.20, p.337-343, 1988.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, v.19, p.703-707, 1987.

INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE BIOFERTILIZANTES SOBRE A PRODUÇÃO DE BIOMASSA DA RAIZ E DA PARTE AÉREA DE PIMENTÃO

Ricardo Leoni Gonçalves Bastos
Daniela Andreska Da Silva
Ícaro Matheus Lima Maia
Thales Vinícius De Araújo Viana

1. INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é originário da América Central e da região dos Andes, introduzido no Brasil pelos portugueses e espanhóis no século XVI, sendo considerado um dos primeiros temperos utilizados para dar cor, aroma e sabor aos alimentos, além de deixar carne e cereais mais atraentes (HEIDEN et al., 2007). A cultura destaca-se entre as dez principais hortaliças consumidas no Brasil, com produção de 555 mil toneladas em uma área de 11.188 hectares em 2017, segundo a Embrapa (2019). É uma hortaliça com boa adaptação às condições do Semiárido, onde no Nordeste, destacam-se como principais produtores os estados de Pernambuco, Paraíba, Ceará e Bahia em ordem decrescente (NASCIMENTO, 2014).

A cultura apresenta muitas exigências de manejo para a obtenção de uma produtividade satisfatória em termos econômicos. Dentre estas exigências, aspectos relacionados à fertilidade dos solos possuem grande importância para o aumento da eficiência produtiva desta cultura. Sabe-se que a cultura do pimentão é bastante exigente quanto à fertilidade e, como os solos brasileiros apresentam, em geral, baixos teores de nutrientes, faz-se necessário o uso de procedimentos de adubação, o que encarece o sistema produtivo (SILVA, 2017). A prática adotada ao uso de adubos orgânicos influencia consideravelmente nos atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo, ao qual segundo Sousa et al. (2016), o principal objetivo é a manutenção da produtividade agrícola com o mínimo possível de impactos ambientais e com retornos econômico-financeiros adequados à meta de redução da pobreza atendendo, dessa maneira, às necessidades sociais e econômicas das populações rurais.

Dessa forma, o uso da adubação orgânica de origem animal torna-se, prática conveniente e às vezes econômica para os pequenos e médios produtores de hortaliças, uma vez que exerce melhoria na estrutura física, na fertilidade e na conservação do solo, aumentando a retenção de água, diminuindo as perdas por erosão e favorecendo o controle biológico (SEDIYAMA et al., 2009). Além disso, o incremento de tecnologias sustentáveis na agricultura familiar torna o custo relativamente baixo quando comparado ao cultivo convencional com uso de adubo mineral, sobretudo atenuação aos impactos provocados ao meio ambiente.

Esses fatos, contudo, têm encorajado pesquisadores e produtores rurais a experimentarem biofertilizantes preparados a partir da digestão aeróbica ou anaeróbica de materiais orgânicos, como o adubo foliar, em substituição aos fertilizantes minerais (FERNANDES et al., 2000). Segundo Alves et al. (2001), biofertilizante seria o resíduo final da fermentação de compostos orgânicos que contêm células vivas ou latentes de microrganismos (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos) e por seus metabólicos, além de quelatos organominerais.

A análise de crescimento evidencia a capacidade fisiológica da planta em assimilar, sintetizar e alocar os nutrientes prontamente disponíveis na rizosfera, proporcionando crescimento e desenvolvimento dos órgãos vegetais em concordância com o processo de fixação de carbono, trocas gasosas e translocação de fotoassimilados. Portanto, a análise de crescimento expressa às condições morfofisiológicas da planta e quantifica a produção líquida, derivada do processo

fotossintético, sendo o resultado do desempenho do sistema assimilatório durante certo período de tempo (FONTES; DIAS; SILVA, 2005).

Diante do exposto objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito das doses de dois tipos de biofertilizantes no crescimento do pimentão, visando encontrar uma alternativa sustentável e econômica para a produção desta olerícola.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A cultura do pimentão (*Capsicum annum* L.) pertencente às solanáceas, têm se destacado entre as culturas agrícolas mais comercializadas no país, estando entre as 10 hortaliças de maior importância do mercado nacional (UCHOA, 2017). A Solanaceae confere classificação em famílias botânicas de plantas hortícolas que reúne cerca de 150 gêneros e 3.000 espécies, sendo que apenas 25 são cultivadas como hortaliças, se destacando as espécies *Solanum tuberosum* L. (batata inglesa), *S. lycopersicum* L. (tomate), *Capsicum annum* L. (pimentão) e *S. melongena* L. (berinjela) (LIMA, 2019).

O centro de origem da espécie se encontra no continente americano, estendendo-se desde o sul dos Estados Unidos até o norte do Chile, sendo no Brasil os principais produtores os estados de São Paulo e Minas Gerais (região sudeste), com aproximadamente 5.000 hectares de área cultivada e uma produção anual de 120 mil toneladas (LIMA, 2019). Dentre os estados do nordeste brasileiro, Pernambuco, Paraíba, Ceará e Bahia se destacam como os principais produtores, em ordem decrescente, correspondendo a 27,85% da produção nacional (CARDOZO et al., 2016; SUASSUNA et al., 2016; NASCIMENTO, 2014).

Embora a cultura caracterize ampla adaptabilidade ao clima tropical e expressiva exploração por pequenos e médios agricultores (BARROS, 2018), o pimentão é bastante exigente às características química e física do meio de cultivo, respondendo adequadamente à adubação orgânica, podendo obter excelente produtividade através da associação de adubos orgânicos e minerais (ARAÚJO, 2007; SOUZA & BRUNO, 1991). Neste contexto, o uso de biofertilizantes têm se tornado uma alternativa sustentável e economicamente viável, por serem fontes orgânicas em cultivos agrícolas, proporcionando o crescimento do sistema radicular e desenvolvimento das plantas de forma geral, (BATISTA, 2017; MORAES & OLIVEIRA, 2017).

Os biofertilizantes possuem elevada atividade microbiana e bioativa, que proporciona maior resistência e proteção à planta contra ação de fitopatógenos, além de elevar o fator nutricional e atuar na ciclagem de nutrientes quando aplicados no solo (VITAL et al, 2018).

Na olericultura, é recomendado que haja aplicações de biofertilizantes semanalmente, permitindo o efetivo crescimento e desenvolvimento da cultura, uma vez que apresentam ciclo vegetativo e reprodutivo curto, demandando de uma complementação mais rápida e eficiente (SANTOS, 1992). Contudo, na cultura do pimentão, as informações sobre uso de biofertilizantes são bastante limitadas, tornando necessários estudos e pesquisas que objetivem a viabilidade de seu emprego, visto que, pela exigência nutricional das cultivares existentes no mercado, o rendimento comercial de frutos tem sido limitado pela insuficiente nutrição das plantas, mesmo submetidos em condições com teor adequado de matéria orgânica (SOUZA, 2000).

A preocupação com os impactos causados por rejeitos líquidos e sólidos na agricultura expõe cada vez mais a necessidade de elucidar alternativas ao problema, transformando-os em insumos de baixo custo, capazes de serem aplicados na atividade produtiva primária, (MEDEIROS et al., 2006). As restrições quanto à qualidade e segurança alimentar ditadas por países importadores, diretrizes ecológicas na política global e demanda por produtos orgânicos, acarretou na necessidade de estudos mais aprofundados e técnicas alternativas que viabilize a produção de

hortaliças, reduzindo ou eliminando o uso de agroquímicos e adubos minerais (FONTANÉTTI et al., 2004).

3. MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi instalado e conduzido em ambiente aberto (a pleno sol), na área experimental da Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizado no campus do Pici, município de Fortaleza, Ceará, (03° 44' 45'' S, 38° 34' 55'' W e altitude de 19,5 m).

O clima da região, segundo Köppen (1923), é classificado como Aw', apresentando as seguintes características: tropical chuvoso; muito quente; chuvas concentradas nas estações do verão e do outono; precipitação, temperatura, umidade relativa do ar e evapotranspiração potencial de 1.523 mm; 26,9° C, 69% e 1.747 mm, em termos de médias anuais.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em arranjo fatorial 2 x 4 + (2), com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de dois biofertilizantes aplicados no substrato (B1 = biofertilizante de esterco bovino; B2 = biofertilizante de esterco caprino), com quatro doses de cada biofertilizante (D1 = 150; D2 = 350; D3 = 400; D4 = 600 mL semana-1) aplicados aos vasos, e dois tratamentos adicionais, sendo um tratamento controle (TC) no qual não foi realizado adubação e um tratamento com adubação mineral (AD) para a cultura, conforme o manual de recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará (1993).

A variedade de pimentão utilizada foi a Yolo Wonder da Feltrin Sementes. As sementes foram semeadas em bandejas de polietileno preenchidas com substrato constituído de húmus de minhoca e vermiculita na proporção 9:1. As mudas foram irrigadas pela manhã e no final da tarde para manutenção da umidade do substrato propiciando condições para uma germinação satisfatória das sementes. As mudas formadas passaram por um processo de aclimação para posterior transplantio. O transplantio foi realizado 30 DAS. As mudas foram conduzidas em vasos de material plástico de 25 litros, com espaçamento de 1,0 m entre as linhas e 0,50 m entre as plantas. Os vasos foram preenchidos com solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, Eutrófico, textura franco argilo-arenoso (EMBRAPA, 2013), coletado na profundidade de 0 a 20 cm, localizado próximo a área experimental com vegetação nativa, que estava em pousio no momento da coleta.

Os atributos físicos e químicos do solo na camada de 0 – 20 cm foram determinados no Laboratório de Solos e Água do Departamento de Ciências do Solo, pertencente ao Centro de Ciência Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Os atributos químicos do solo na camada arável (0 - 0,20 m) para P (mg kg⁻¹), K⁺ (cmolc kg⁻¹), Na⁺ (cmolc kg⁻¹), Ca²⁺ (cmolc kg⁻¹), Mg²⁺ (cmolc kg⁻¹), Al³⁺ (cmolc kg⁻¹), M.O. (g kg⁻¹), pH, CE (dS m⁻¹) e PST são respectivamente (32,00; 0,36; 0,23; 1,20; 0,60; 0,15; 11,17; 6,0; 0,35; 5,00). Já os atributos físicos: Areia (%), Silte (%), Argila (%), são respectivamente (62,0; 10,0; 28,0).

Os biofertilizantes foram preparados a partir de uma mistura de esterco fresco (bovino ou caprino) e água não salina (condutividade elétrica da água = 0,8 dS m⁻¹) na proporção de 1:1, sob fermentação aeróbia durante 30 dias, em recipiente plástico (1000 litros), sendo homogeneizado semanalmente (SANTOS, 2014). Os teores de nutrientes na composição química da matéria seca dos biofertilizantes se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Composição de macro e micronutrientes essenciais na matéria seca dos biofertilizantes bovino e caprino.

Biofertilizantes	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
	g L-1					mg L-1					
Bovino	2,73	3,1	2,3	3,1	0,6	-	-	42,6	0,2	6,1	6,1
Caprino	0,26	0,26	4,2	4	0,9	-	-	82,6	0,1	3,8	0,8

A irrigação foi realizada de forma manual utilizando um recipiente aferido com volume determinado para a irrigação diária, sendo o volume aplicado em dois turnos: um pela manhã e outro no final da tarde. O volume total de água a ser aplicada por vaso diariamente foi determinado pela evaporação medida no tanque classe “A”, instalado nas imediações da área experimental nos quais as leituras eram aferidas diariamente às 9 h. O Kc utilizado para os diferentes estágios fenológicos da cultura foi: Kc = 0,40 do transplantio até o início da floração; Kc = 0,70 do início da floração até a floração plena; Kc = 1,05 da floração plena ao início da frutificação; Kc = 0,85, do início da frutificação até 120 DAP. Procedimento semelhante ao utilizado por Guimarães (2013).

O volume de água a ser aplicado foi determinado por meio da Equação 1.

$$V = ECA * Kp * Kc * Av * Fc \quad (1)$$

Onde:

V = tempo água diário a ser aplicado por vaso (L);

ECA = evaporação medida no tanque classe “A” (L m-2 dia-1);

Kp = coeficiente do tanque (adimensional);

Kc = coeficiente da cultura (adimensional);

Av = área do vaso (m²);

Fc = fator de cobertura do solo (adimensional);

Ao término do experimento afim de analisar os efeitos dos diferentes tratamentos, as plantas foram coletadas e separadas em partes (folha, caule e raiz) e acondicionadas em sacos de papel identificados. Utilizando balança de precisão foi mensurado as variáveis: matéria fresca da folha, do caule e da raiz identificados como MFF, MFC e MFR respectivamente. Em seguida o material foi colocado em estufa para secar em circulação de ar forçado, mantendo uma temperatura na faixa de 65° a 70° C, até atingirem um valor constante de matéria seca. Após obtenção de peso constante o material foi pesado novamente em balança de precisão obtendo a matéria seca da folha, do caule e da raiz, identificados como MSF, MSC e MSR. Os resultados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância pelo software estatístico InfoStat 2019.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados morfológicos de massa fresca e seca da folha (MFF e MSF respectivamente), do caule (MFC e MSC respectivamente) e da raiz (MFR e MSR respectivamente) estão presentes na Tabela 2.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para os dados de massa fresca e seca da folha (MFF e MSF respectivamente), do caule (MFC e MSC respectivamente) e da raiz (MFR e MSR respectivamente) de plantas de pimentão sob diferentes biofertilizantes (de esterco bovino e de esterco caprino), com quatro doses de cada biofertilizante (D1 = 150; D2 = 350; D3 = 400; D4 = 600 mL semana-1) e dois tratamentos adicionais, um tratamento controle (TC) e um tratamento com adubação mineral (AD).

Avaliando os resultados da análise de variância, houve influência significativa em nível de 5% de probabilidade, dos tratamentos (T) sobre todas as variáveis, exceto MFC e MSC que foram significativos a 1% ($p < 0,05$), e MSF e MSR que não foi significativo ($p > 0,05$). Os resultados relacionados aos tipos de biofertilizante (Bio) indicaram efeito significativos a 5% de probabilidade pelo teste F apenas para as variáveis MFF e MSC. Já para a fonte de variação doses dos biofertilizantes (Dose) houve efeito significativo para todas as variáveis analisadas (MFF, MFC e MSC a 5% e MFR a 1% pelo teste F), exceto MSF e MSR ($p > 0,05$). Não ocorreu interação significativa entre Bio x Dose e apenas as variáveis MFC e MSC apresentaram efeito significativo para a fonte de variação adicional vs fatorial a 1% de probabilidade pelo teste F.

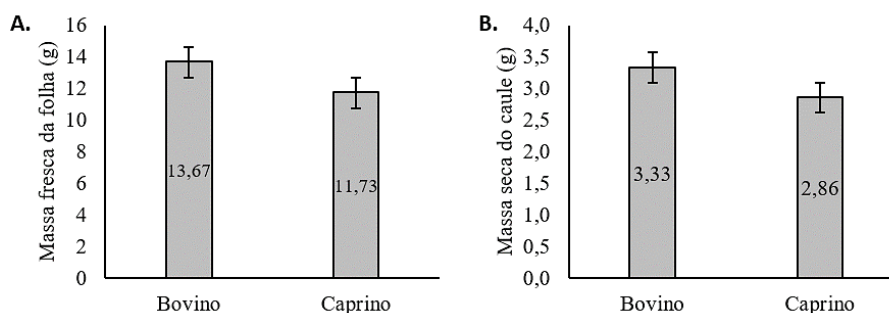
Fonte de variação	GL	MFF	MFC	MFR	MSF	MSC	MSR
Tratamentos (T)	9	16,37*	18,97**	21,80*	0,66 ^{ns}	1,46**	1,21 ^{ns}
Repetição	4	2,02 ^{ns}	5,41 ^{ns}	48,30**	0,72 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,95 ^{ns}
Biofertilizante (Bio)	1	36,04**	3,53 ^{ns}	31,74 ^{ns}	0,48 ^{ns}	3,94**	3,04 ^{ns}
Dose	3	15,77*	17,66*	42,92**	0,70 ^{ns}	1,45*	1,92 ^{ns}
Regressão linear	1	22,93*	2,09 ^{ns}	7,30 ^{ns}	0,38 ^{ns}	1,16 ^{ns}	0,49 ^{ns}
Regressão quadrática	1	15,12 ^{ns}	78,11**	101,78**	0,95 ^{ns}	3,36*	3,19 ^{ns}
Regressão cúbica	1	13,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}	20,23 ^{ns}	1,32 ^{ns}	0,29 ^{ns}	2,32 ^{ns}
Bio*Dose	3	0,40 ^{ns}	0,37 ^{ns}	1,11 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,65 ^{ns}
Adicional vs Fatorial	1	5,83 ^{ns}	39,79**	10,51 ^{ns}	0,46 ^{ns}	3,37**	0,09 ^{ns}
Resíduo	35	5,60	4,91	8,53	0,41	0,39	0,69

(**) efeito significativo a 1% de probabilidade e (*) a 5% de probabilidade; (ns) não significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Analisando a Tabela 2, é possível observar que MFF e a MSC apresentaram efeito significativo para a fonte de variação tipos de biofertilizantes (Bio) a 5% de probabilidade pelo teste F. O efeito positivo do biofertilizante reforça a conclusão de Melém Júnior et al. (2011), que os adubos orgânicos exercem papel de relevante importância, pois além de fornecer nutrientes e matéria orgânica para melhorar as propriedades do solo, favorecem o equilíbrio da disponibilidade de nutrientes às plantas.

Como mostra a Figura 1A e 1B, o biofertilizante bovino apresentou maior desempenho que o biofertilizante caprino, com 13,67 g de massa fresca da folha e 3,33 g para massa seca do caule, respectivamente. O desempenho superior do biofertilizante bovino está relacionado com a quantidade de nutrientes presente no esterco (Tabela 1), como o nitrogênio, nutriente importante para as plantas e que está relacionado ao crescimento vegetal e com isso aumento da biomassa.

Figura 1. (A) Massa fresca da folha; (B) massa seca do caule de plantas de pimentão adubado com diferentes biofertilizantes (de esterco bovino e esterco caprino).

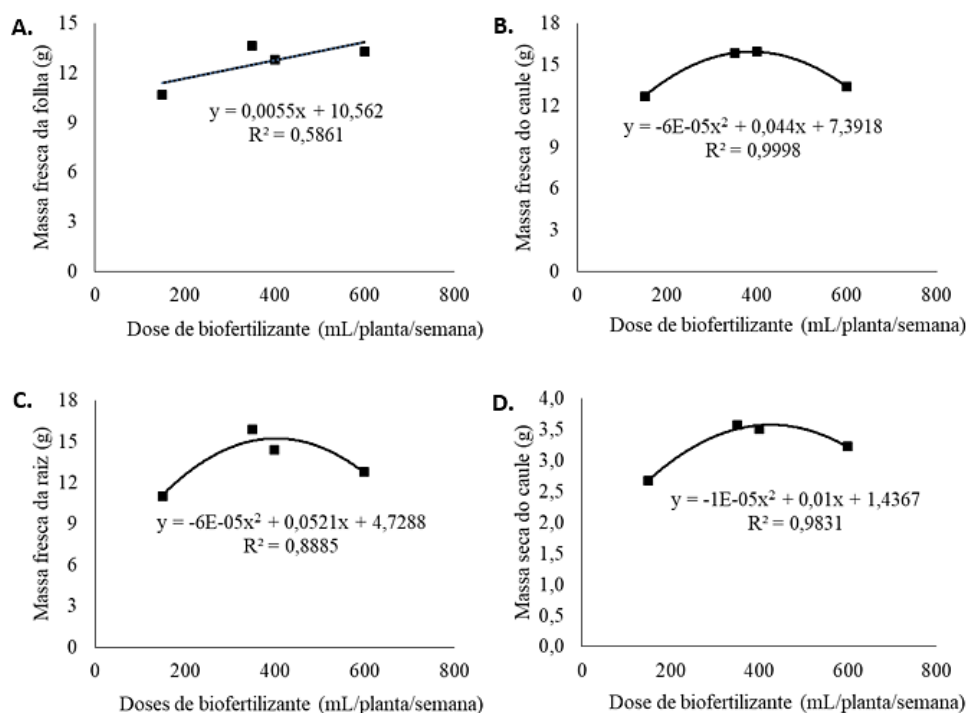


Fonte: Bastos (2020).

Bastos et al. (2018), observaram diferença significativa na produção de massa fresca e seca da folha e do caule de feijão-fava submetidos a diferentes tipos de biofertilizantes (bovino, ovino, misto e codorna). Estes dados corroboram com o presente trabalho no qual o tratamento biofertilizante apresentou efeito significativo para as variáveis analisadas na Figura 1. O emprego de esterco caprino como fonte de matéria orgânica foi favorável nas pesquisas de Araújo et al. (2010), que verificaram influência positiva no crescimento das mudas de mamoeiro, resultado diferente do nosso trabalho no qual o biofertilizante caprino obteve menor desempenho quando comparado ao de esterco bovino na análise da biomassa tanto fresca quanto seca da cultura.

Observando os efeitos das doses de biofertilizantes sobre as variáveis, MFF, MFC, MFR e MSC constatou-se, a partir da análise, que o modelo de regressão matemático que melhor representou a resposta da planta foi o linear para a variável MFF (Figura 2A), e a quadrática para as demais variáveis (Figura 2B, 2C e 2D).

Figura 2. (A) Massa fresca da folha; (B) massa fresca do caule; (C) massa fresca da raiz e (D) massa seca do caule de plantas de pimentão (*Capsicum annum* L.) adubado com diferentes doses de biofertilizantes (150, 300, 400 e 600 mL/planta/semana).

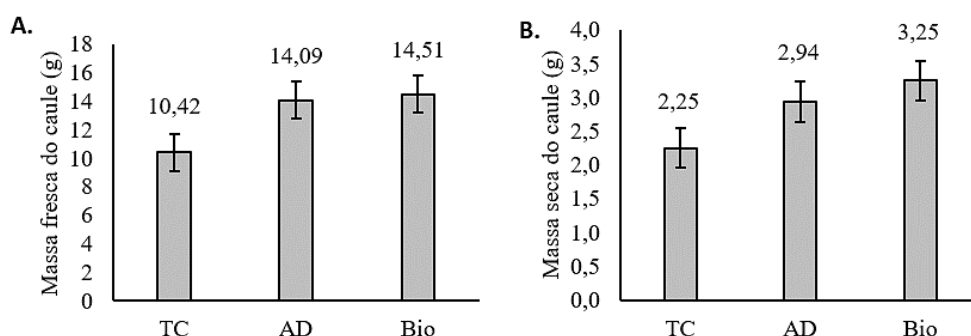


A MFF apresentou um comportamento linear positivo em função do aumento das doses de biofertilizantes, com R^2 de 0,5861. Entretanto, é possível perceber que nos demais gráficos, nas duas primeiras doses a variável (MFC, MFR ou MSC) tende a aumentar sua massa, devido à maior oferta de nutrientes presentes no biofertilizante, e logo após a massa atingir o ápice na dose de 350 mL/planta/semana, começa a diminuir seu incremento de massa nas doses maiores. A dose de 350 mL/planta/semana proporcionou valores máximos para MFF, MFC, MFR e MSC de 13,67, 15,82, 15,91 e 3,57 gramas respectivamente.

Sousa et al. (2013) avaliando a fertirrigação com biofertilizante bovino em feijoeiro, verificaram efeito significativo ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) das doses de biofertilizante para todas as variáveis analisadas, como a massa seca da parte aérea e a massa seca total, resultado similar ao presente trabalho. Outros estudos evidenciaram similaridade, como o de Santos & Trindade (2010) avaliando doses crescente de esterco caprino em melancia, Sousa et al. (2012) e Sousa et al. (2008) avaliando biofertilizante bovino em plantas de milho e maracujazeiro respectivamente.

Verifica-se na Tabela 2, que o tratamento adicional vs fatorial apresentou efeito significativo, onde o tratamento controle (TC) apresentou desempenho inferior ao uso do adubo mineral (AD) e do biofertilizantes em ambas as variáveis testadas (Figura 3A e 3B).

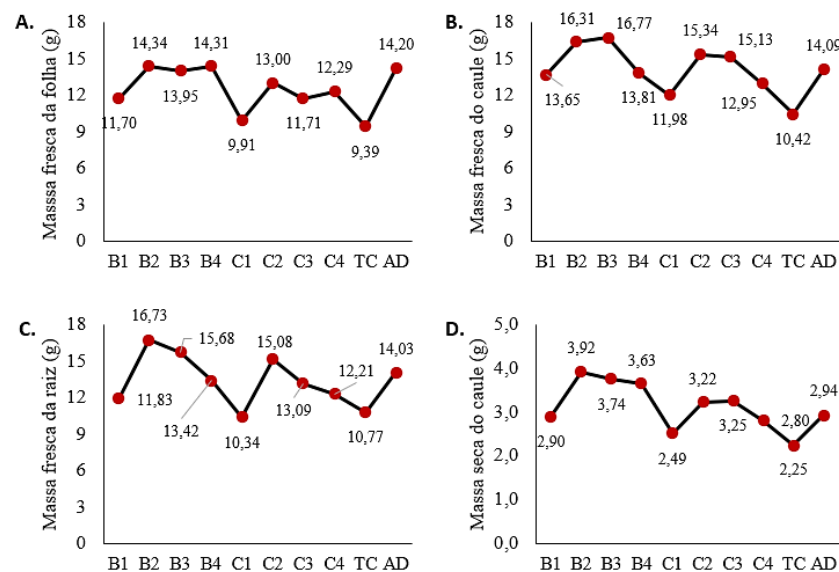
Figura 3. Comparação entre os tratamentos adicionais - adubação mineral (AD) e tratamento controle (TC) – com o uso de biofertilizantes (esterco bovino ou esterco caprino) em plantas de pimentão (*Capsicum annum* L.).
(A) Massa fresca do caule; (B) massa seca do caule



O adubo mineral (AD) apresentou desempenho similar ao biofertilizante com 14,09g de massa fresca do caule e 2,94 g de massa seca do caule (Figura 3A e 3B, respectivamente), evidenciando a eficiência da utilização dos biofertilizantes, visto que apresentam efeito similar/superior ao adubo mineral utilizado.

A Figura 4 apresenta a comparação entre a adubação orgânica (biofertilizantes), o tratamento controle (TC) e o tratamento com adubação mineral (AD) nas variáveis MFF, MFC, MFR e MSC (4A, 4B, 4C e 4D respectivamente). Observando as imagens é possível verificar que, os tratamentos contendo o biofertilizante bovino proporcionaram efeito significativo sob as variáveis em questão. Para o incremento das doses de biofertilizantes aplicadas, as Figuras demonstraram que a dose de 300 e 400 mL/planta/semana do biofertilizante bovino (B1) tiveram um efeito superior aos demais doses e aos demais tratamentos, apresentando desempenho superior inclusive sobre o tratamento positivo (AD), se comportando como uma medida viável a utilização de adubos minerais, na produção de pimentão no semiárido.

Figura 4. Comparação entre os tratamentos: adubação mineral (AD), tratamento controle (TC), biofertilizantes bovino (B1 = 150; B2 = 300; B3 = 400; B4 = 600 mL/planta/semana) ou caprino (C1 = 150; C2 = 300; C3 = 400; C4 = 600 mL/planta/semana) em plantas de pimentão.



Provavelmente, os resultados obtidos foram consequência não só do aumento da fertilidade do solo, uma vez que, com a aplicação dos adubos orgânicos ao solo ocorre uma maior adição de nutrientes, mas também aos efeitos que estes promovem no solo, contribuindo para melhorias físicas, químicas e biológicas. As superioridades nos tratamentos com as doses do insumo orgânico também podem ser resultado da liberação de substâncias húmicas em solos pela ação positiva dos biofertilizantes (CAVALCANTE et al., 2007) e a proliferação de microrganismos no solo aumentando o grau de disponibilidade de nutrientes às plantas (RAJENDRAN; DEVARAJ, 2004).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de diferentes tipos de biofertilizantes não provocaram efeito significativo sobre a massa fresca do caule e da raiz.

A massa fresca da folha e a massa seca do caule apresentaram efeito significativo para todos os fatores analisados, exceto a interação entre biofertilizante e dose que não afetaram nenhuma das variáveis testadas. A massa seca da folha e da raiz não apresentaram resultado significativo para os fatores em estudo.

Agradecimentos: ao CNPq pela bolsa de iniciação científica do referido autor.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S. B. et al. Trofobiose e microrganismos na proteção de plantas: Biofertilizantes e entomopatógenos na citricultura orgânica. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, n. 21, p. 16–21, 2001.
- ARAÚJO, E. N.; OLIVEIRA, A. P.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BRITO, N. M.; NEVES, C. M. L. N.; SILVA, E. E.; Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Paraná, v.11, n.5, p. 467, 2007.

ARAÚJO, W. B. M. et al. Esterco caprino na composição de substratos para formação de mudas de mamoeiro. **Ciência e agrotecnologia**, v. 34, n. 1, p. 68–73, 2010.

BASTOS, R. L. G. et al. **Desempenho agrônômico de cultivares de feijão-fava submetidos a diferentes biofertilizantes**. Evento - Encontros Científicos Unifor 2018. **Anais...do XXIV ENCONTRO DE INICIAÇÃO À PESQUISA da UNIFOR**, 2018.

BATISTA, G. S.; SILVA, J. L.; ROCHA, D. N. S.; SOUZA, A. R. E.; ARAÚJO, J. F.; MESQUITA, A. C. Crescimento inicial do meloeiro em função da aplicação de biofertilizantes no cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.9, n.2, p.24-32, 2019.

CARDOZO, M. T. D.; GALBIATTI, J. A.; SANTANA, M. J.; CAETANO, M. C. T.; CARRASCHI, S. P.; NOBILE, F. O. Pimentão (*Capsicum annum*) fertilizado com composto orgânico e irrigado com diferentes lâminas de irrigação. **Revista Irriga**, v. 20, n. 4, p. 673-684, 2016.

CAVALCANTE, L. F. et al. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. **Revista Brasileira de Ciencias Agrarias**, v. 2, n. 1, p. 15–19, 2007.

EMBRAPA HORTALIÇAS. Produção Integrada de Pimentão. **Hortaliças em Revista - Ano VIII**, n. 27, 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J. de; MORAIS, A. R. de; ALMEIDA, K. de; DUARTE, W. F. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alfaceamericana e de repolho. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 28, p. 967- 973, 2004.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 94–99, 2005.

GUIMARÃES, J. W. A. **Produção orgânica irrigada e rentabilidade do pimentão amarelo sob diferentes ambientes e dosagens de biofertilizante**. [s.l.] Universidade Federal do Ceará, 2013.

HEIDEN, G. et al. Pimentas e pimentões do sul do Brasil: variedades crioulas mantidas pela Embrapa Clima Temperado. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 841–844, 2007.

KÖPPEN, W. **Die klimate der Erde**. Berlin: W. Guyter, 1923.

LIMA, I. G. V.; Qualidade de mudas de pimentão (*Capsicum annum* L.) submetidas a diferentes substratos e a tipos de bandejas. **Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia** – Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, p. 15, 2019.

MELÉM JÚNIOR, N. J. et al. Nutrição mineral, componentes da produção e produtividade da cultura do feijão em áreas manejadas com e sem queima de resíduos orgânicos e diferentes tipos de adubação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 7–18, 2011.

MORAES, M. D.; OLIVEIRA, N. A. M. Produção orgânica e agricultura familiar: obstáculos e oportunidades. **Desenvolvimento Socioeconômico em Debate**, v.3, n.1, p.19-37, 2017.

NASCIMENTO, W. M. **Produção de Sementes de Hortalças – Volume I**. 1. ed. [s.l.: s.n.].

RAJENDRAN, K.; DEVARAJ, P. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. **Biomass and Bioenergy**, v. 26, n. 3, p. 235–249, 2004.

SANTOS, A. C. V. Et al. Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza. **Niterói: EMATER-Rio (Agropecuária Fluminense, 8)**, 2 ed. Rev. 16p, 1992.

SANTOS, A. W.; TRINDADE, M. A. G. Análise do crescimento e desenvolvimento de melancia submetida a diferentes doses de esterco de caprino. **Agropecuária Técnica**, v. 31, n. 2, p. 170–173, 2010.

SANTOS, E. O. **Adubações orgânica e mineral em mudas micropropagadas de bananeira cv prata catarina durante a aclimatização**. [s.l.] Universidade Federal do Ceará, 2014.

SEDIYAMA, M. A. N. et al. Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 294–299, 2009.

SOUSA, G. B. et al. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 2, p. 172–180, 2008.

SOUSA, G. G. et al. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 237–245, 2012.

SOUSA, G. G. et al. Fertirrigação com biofertilizante bovino na cultura do feijoeiro
Fertirrigation bovine biofertilizer in culture with cowpea. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 9, n. 4, p. 76–82, 2013.

SOUSA, M. J. D.; CAJÚ, M. A. D.; OLIVEIRA, C. P. A. A importância da produção agrícola orgânica na agricultura familiar. **Id on Line REVISTA DE PSICOLOGIA**, v. 10, n. 31, 2016.

SOUZA, J. L. Nutrição orgânica com biofertilizantes foliares na cultura do pimentão em sistema orgânico. CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40, 2000. São Pedro. Anais... São Pedro. In: **Horticultura Brasileira**, v. 18, 2000, Suplemento Julho, p. 828-829.

SUASSUNA, S. C.; GONÇALVES, J. T. L.; OLIVEIRA, I. A.; CUNHA, W. A.; ANDRADE, R. Biometria de plantas e índice de velocidade de germinação em sementes de pimentão orgânico. In: **I Congresso Internacional das Ciências Agrárias – COINTER**, Natal/RN, 6 p., 2016.

UCHOA, M. R. U.; BASTOS, R. L. G.; SILVA, D. A.; MARIANO, A. B. R.; VIANA, T. V. A. Desempenho agrônômico do pimentão em função de diferentes doses de biofertilizantes. **Revista Encontros Universitários da UFC**, Ceará, v.2, n.1, p. 1067, 2017.

VITAL, A. F. M. et al. Compostagem de Resíduos Sólidos Orgânicos e Produção de Biofertilizante Enriquecido. **Revista Saúde e Ciência online**, v. 7, n. 2, 502 p.

METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DO SOLO

Antônio Oligerson Silva
Maria Cristina Martins Ribeiro de Souza
Francisco José Carvalho Moreira
Dimitri Matos Silva

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a deterioração da qualidade do solo tem sido um tópico importante no estudo de ciência do solo, na medida em que a retirada da cobertura vegetal e o uso intensivo da mecanização, em todas as operações de cultivo do solo (semeadura, tratos culturais e colheita), podem resultar na diminuição da sua capacidade produtiva (ASSIS; LANÇAS, 2005). Assim, o monitoramento da qualidade do solo é necessário e pode ser realizado mediante a avaliação dos seus atributos físicos, os quais são importantes para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

A densidade do solo (d_s) tem sido usada como medida da qualidade do solo devido às suas relações intrínsecas com outros atributos como porosidade, umidade, condutividade hidráulica etc. (COSTA *et al.*, 2007; DAM *et al.*, 2005; MARTINS *et al.*, 2009; THIMÓTEO *et al.*, 2001). Reichardt e Timm (2008) salientam ainda que a d_s pode ser utilizada como um índice do grau de compactação de um solo. Como o solo é um material poroso, por compressão, a mesma massa pode ocupar um volume menor. Isto afeta a sua estrutura, o arranjo e volume dos poros e também as características de retenção de água.

Para avaliar a compactação do solo são utilizados alguns atributos físicos como a porosidade, resistência à penetração (RP) e densidade do solo (D_s). Porém, esses atributos variam muito de solo para solo, dificultando o estabelecimento de valores limitantes similares para todos os tipos de solo. Por exemplo, para um mesmo valor de D_s , um solo argiloso pode estar muito compactado, enquanto para outro tipo de solo com textura mais grosseira, esse valor pode indicar solo extremamente solto.

O sistema de plantio direto vem expandindo na região central do Brasil, como alternativa ao sistema convencional de preparo do solo, no intuito de contribuir para a sustentabilidade de sistemas agrícolas, por manter o solo coberto por restos culturais ou por plantas vivas o ano inteiro, minimizando os efeitos da erosão, além de manter o teor de matéria orgânica (CHAN *et al.*, 1992; ALBUQUERQUE *et al.*, 1995), o que leva a maior retenção de água. Entretanto, nos Latossolos do cerrado é comum a presença de compactação superficial quando adotado o sistema plantio direto de forma contínua.

Silveira *et al.*, (2001), avaliando os efeitos de alguns sistemas de preparo do solo na densidade e porosidade, concluíram que a maior mobilização do solo pelo arado de aiveca reduziu a compactação nas camadas mais profundas, em comparação a grade aradora, propiciando menor densidade do solo e maior volume de macroporosidade e porosidade total. Contudo, Stone e Silveira (2001) e Oliveira *et al.* (2003) observaram que a densidade do solo sob plantio direto pode diminuir com o passar dos anos, devido ao aumento da matéria orgânica na camada superficial, podendo melhorar inclusive a estrutura do solo. Segundo esses autores, a rotação de culturas, pela inclusão de espécies com sistema radicular agressivo e pelos aportes diferenciados de matéria seca, também pode melhorar os atributos físicos do solo. Além disso, a intensidade da melhoria depende do período de cultivo, do número de cultivos por ano e das espécies cultivadas.

A textura descreve a distribuição relativa das partículas minerais do solo, tomando como base seu diâmetro equivalente; estas são denominadas de areia, de silte e de argila (KLEIN, 2008; RESENDE *et al.*, 2007). As partículas minerais do solo apresentam propriedades e comportamentos bastante distintos. A fração areia, em função do maior tamanho, permite maior permeabilidade à água e ao ar no solo, mas baixa capacidade de retenção de água e são consideradas não coesivas. A fração silte possui poros menores e mais numerosos, retendo mais água e menor taxa de drenagem do que areia. A argila, em função do reduzido diâmetro, apresenta grande área superficial específica, o que acarreta elevada retenção de água e fluxo lento de ar e água, além de elevada pegajosidade quando úmida e alta coesão, quando seca (BRADY; WEIL, 2008).

Para Reichardt e Timm (2004), a argila é a fração do solo que mais influencia o seu comportamento físico. Os solos agrícolas apresentam grande amplitude de densidade em função de suas características mineralógicas, de textura e de teor de matéria orgânica. Essa variação da densidade do solo (D_s), em função de propriedades intrínsecas do solo, dificulta a sua utilização para quantificar o grau de compactação do solo (BRADY; WEIL, 2008).

Conforme Klein (2008), a D_s é uma relação entre a massa do solo seco e o seu volume, sendo, portanto, afetada por modificações na estrutura e no arranjo e volume dos poros. Solos arenosos apresentam densidade do solo superior aos argilosos enquanto que solos siltosos apresentam densidade intermediária (BUENO; VILAR, 1998; LIBARDI, 2005). Solos argilosos apresentam agregação das partículas de argila, da qual resulta a porosidade intra-agregados, que aumenta o volume do espaço poroso. Diante do exposto, o objetivo deste foi avaliar os valores de densidade do solo, cultivado com milho e crotalaria, através dos métodos cilindro e da proveta.

2. COMPARAÇÃO DE METODOS DE MEDIDA DA DENSIDADE DO SOLO

A densidade do solo (d_s) tem sido usada como medida da qualidade do solo devido às suas relações intrínsecas com outros atributos, como porosidade, umidade do solo, condutividade hidráulica etc. (COSTA *et al.*, 2007; DAM *et al.*, 2005; MARTINS *et al.*, 2009; THIMÓTEO *et al.*, 2001).

Reichardt e Timm (2008) salientam ainda que a d_s possa ser usada como um índice do grau de compactação de um solo. Como o solo é um material poroso, por compressão a mesma massa pode ocupar um volume menor. Isto afeta a sua estrutura, o arranjo e volume dos poros e as características de retenção de água.

2.1. DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE RELATIVA DO SOLO POR UMA FUNÇÃO DE PEDOTRANSFERÊNCIA PARA A DENSIDADE DO SOLO MÁXIMA

Solos arenosos apresentam densidade do solo superior aos argilosos, enquanto que solos siltosos apresentam densidade intermediária (BUENO; VILAR, 1998; LIBARDI, 2005). Solos argilosos apresentam agregação das partículas de argila, da qual resulta a porosidade intra-agregados, que aumenta o volume do espaço poroso, principalmente aqueles poros com diâmetro reduzido (BRADY; WEIL, 2008).

O aumento no teor de matéria orgânica no solo reduz a densidade do solo, quer pelo efeito positivo na estabilidade estrutural do solo, quer pelo fato de o material orgânico apresentar baixa densidade, menor do que os sólidos minerais do solo (ARAGÓN *et al.*, 2000; BRAIDA *et al.*, 2006; DIAS JÚNIOR; MIRANDA, 2000; LIBARDI, 2005).

2.2. DENSIDADE RELATIVA DO SOLO E PARÂMETRO “S” COMO INDICADORES DA QUALIDADE FÍSICA PARA CULTURAS ANUAIS

A qualidade física do solo é diminuída quando ocorre à compactação devido à pressão exercida por forças externas, principalmente o tráfego de máquinas e equipamentos. Isso resulta no decréscimo do volume total de poros destacadamente os de maior diâmetro, da infiltração e drenagem da água, da aeração e, aumento da coesão do solo e da resistência à penetração das raízes das plantas, diminuindo seu desenvolvimento e produtividade (KATOU et al., 1987).

Souza et al. (2008) verificaram redução do crescimento de milho em solos compactados.

Para avaliar a compactação do solo são utilizados alguns atributos físicos como a porosidade, resistência à penetração (RP) e densidade do solo (Ds). Porém, esses atributos variam muito de solo para solo dificultando o estabelecimento de valores limitantes similares para todos os tipos de solo. Por exemplo, para um mesmo valor de Ds um solo argiloso pode estar muito compactado, enquanto para outro tipo de solo com textura mais grosseira, esse valor pode indicar solo extremamente solto.

2.3. MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

A redução da qualidade do solo tem sido amplamente estudada e debatida pela ciência do solo, devido principalmente, a retirada da cobertura e/ou uso intensivo da mecanização agrícola nas operações de preparo e cultivo do solo (ASSIS; LANÇAS, 2005).

O método do anel volumétrico (MAV) é considerado como método padrão de amostragem para a avaliação da densidade do solo, o qual consiste na amostragem do solo com estrutura indeformada num anel (cilindro metálico) de volume conhecido (EMBRAPA, 1997). Porém, esse método pode provocar uma possível compactação do solo pelo atrito cilindro-solo durante a penetração do mesmo no solo, principalmente quando o solo estiver com umidade acima do ponto de friabilidade, ou de fraturar ou cisalhar o solo quando o mesmo estiver seco (BLAKE; HARTG, 1986).

3. MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado IFCE/Campus Sobral, com a colaboração dos professores responsáveis pelos laboratórios de Análises de Solos e Água para Irrigação e de Fitossanidade e Sementes. O trabalho foi executado dando continuidade a um experimento, que havia-se cultivado crotalaria e milho. As atividades iniciaram-se no mês de setembro de 2019, com a escolha aleatória de oito vasos que tinham resto de cultura, quatro desses com crotalaria e outros quatro com milho.

Os vasos foram irrigados duas vezes, uma pela manhã e outra pela tarde. Vinte e quatro horas após irrigados, foram realizadas as coletas para a determinação da densidade do solo por dois métodos: o do cilindro e o da proveta. O primeiro método utilizado foi do cilindro, que foi confeccionado justamente para este uso, feito com cano de plástico, no laboratório de análises de solos e água para irrigação.

Foram pesadas as latas para colocar as amostras numa balança de precisão. No momento na coleta foram usados seguintes materiais: 2 cilindros, um para penetrar o solo, outro para auxiliar um primeiro cilindro a penetrar no solo; espátula para nivelar o solo; 16 latas. Em cada vaso foram coletadas e identificadas duas amostras, as quais foram levadas para o laboratório e colocada em uma estufa por 72 horas, sendo depois pesadas novamente.

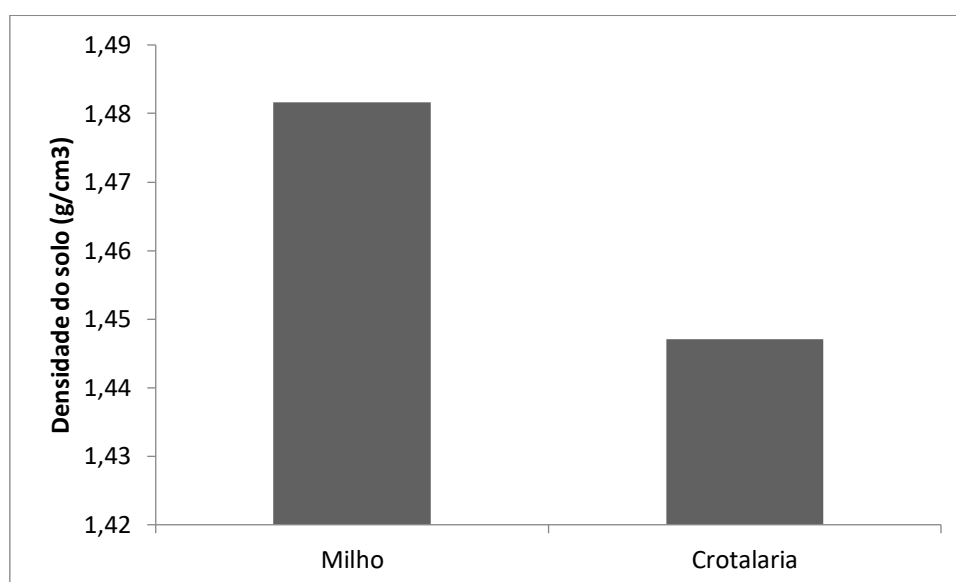
Para a determinação da densidade do solo, também foi usado o método da proveta, utilizando as mesmas amostras de solos usadas para o método do cilindro. Primeiramente pesou-se a proveta, sendo depois colocado nela 35 ml de solos. A proveta foi elevada a uma altura de 10 cm e solta em queda livre. Este procedimento foi repetido por 10 vezes, sendo em seguida ela foi pesada

novamente. A proveta foi completada a 70 ml de solos e realizou-se o mesmo procedimento, e depois foi completada a 100 ml, de novo foi repetido o mesmo processo, mas antes de ser pesada a proveta com 100 ml de solos, era nivelada. Nos dois métodos, foi utilizado o cálculo da densidade global e também foram utilizados cálculos específicos para cada método. Para a análise dos dados foi utilizado o método descritivo, no Office Excel. .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da densidade do solo pelo método do cilindro evidenciaram que nos vasos com restos culturais de milho, o solo sofreu uma maior perda dos seus atributos físicos, expondo uma menor porosidade, estrutura degradada e compactação(figura1). Resultado diferente foi obtido usado o mesmo método nos vasos com restos culturais de crotalaria. Esta planta que é usada como cobertura vegetal e adubação verde nos solos, obteve uma densidade consideravelmente menor em relação ao milho, sendo propícia para solo por expor maior porosidade, menos estrutura degradada e compactada.

Figura 1- Densidade dos solos pelo o método do Cilindro.



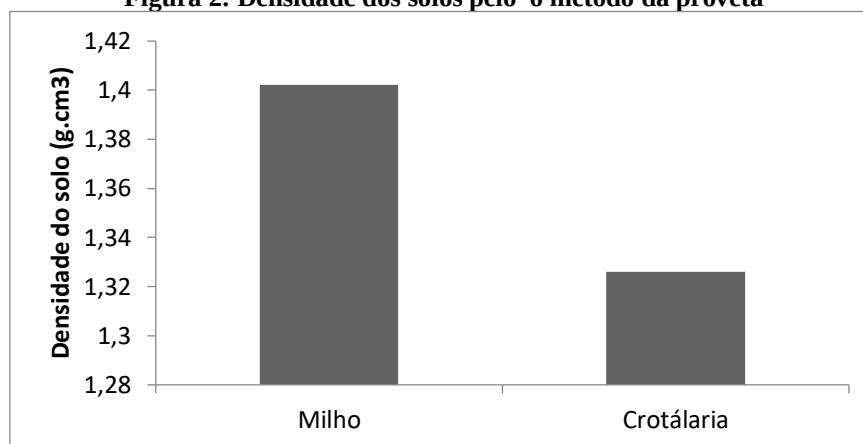
A densidade do solo (ds) tem sido usada como medida da qualidade do solo devido às suas relações intrínsecas com outros atributos, como porosidade, umidade do solo, condutividade hidráulica etc. (COSTA et al., 2007; DAM et al., 2005; MARTINS et al., 2009; THIMÓTEO et al., 2001). Reichardt e Timm (2008) salientam ainda que a ds possa ser usada como um índice do grau de compactação de um solo. Como o solo é um material poroso, por compressão a mesma massa pode ocupar um volume menor. Isto afeta a sua estrutura, o arranjo e volume dos poros e as características de retenção de água.

O aumento no teor de matéria orgânica no solo reduz a densidade do solo, quer pelo efeito positivo na estabilidade estrutural do solo, quer pelo fato de o material orgânico apresentar baixa densidade, menor do que os sólidos minerais do solo (ARAGÓN et al., 2000; BRAIDA et al., 2006; DIAS JÚNIOR; MIRANDA, 2000; LIBARDI, 2005).

Resultados semelhantes ao método do cilindro foram obtidos para densidade do solo pelo método da proveta que comprovaram que os vasos com restos culturais de crotalária sofreram um menor impacto na qualidade física do solo, realmente ação desta leguminosa que é usada com adubo

verde, mesmo não tendo sido usado um manejo edequado para este processo, foi benéfica para solo em relação ao milho que teve um maior impacto. Os impactos causados no solo aplicado o mesmo método para os restos culturais do milho foram superior aos resultados da crotalaria (Figura 2), o solo apresentou uma maior densidade, comprometendo as propriedades físicas do solo.

Figura 2: Densidade dos solos pelo o método da proveta

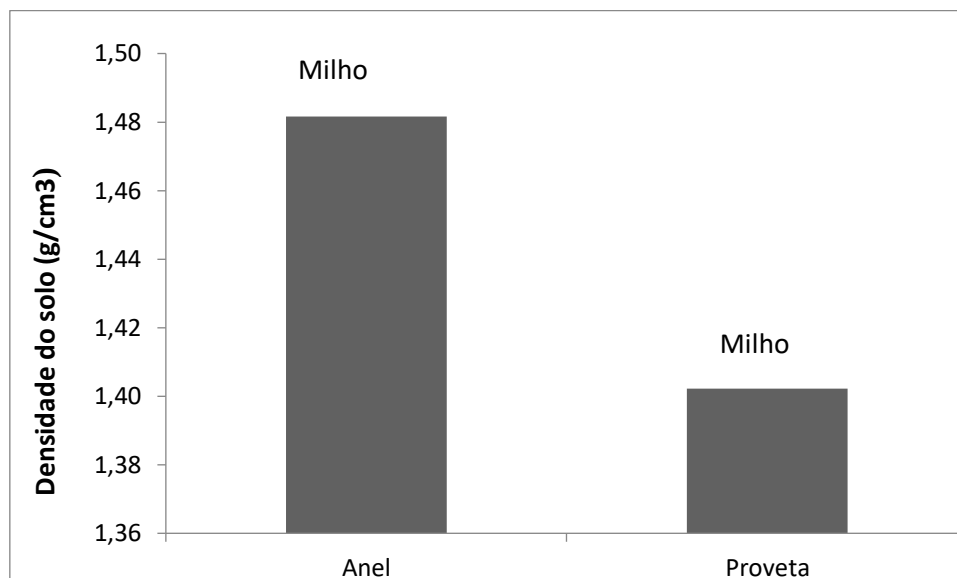


Os solos agrícolas apresentam grande amplitude de densidade em função de suas características mineralógicas, de textura e de teor de matéria orgânica. Essa variação da densidade do solo (D_s), em função de propriedades intrínsecas do solo, dificulta a sua utilização para quantificar o grau de compactação do solo (BRADY; WEIL, 2008).

Solos arenosos apresentam densidade do solo superior aos argilosos enquanto que solos siltosos apresentam densidade intermediária (BUENO; VILAR, 1998; LIBARDI, 2005). Solos argilosos apresentam agregação das partículas de argila, da qual resulta a porosidade intra-agregados, que aumenta o volume do espaço poroso, principalmente aqueles poros com diâmetro reduzido (BRADY; WEIL, 2008).

Analisando os métodos do cilindro e o da proveta, percebe-se que para a cultura do milho, o método do cilindro foi mais eficiente (Figura 3), com resultado que demonstrava a real situação do solo analisando a densidade, verificando que o solo sofreu maiores danos na qualidade física.

Figura 3: Comparação dos métodos de densidade do solo para a cultura do milho

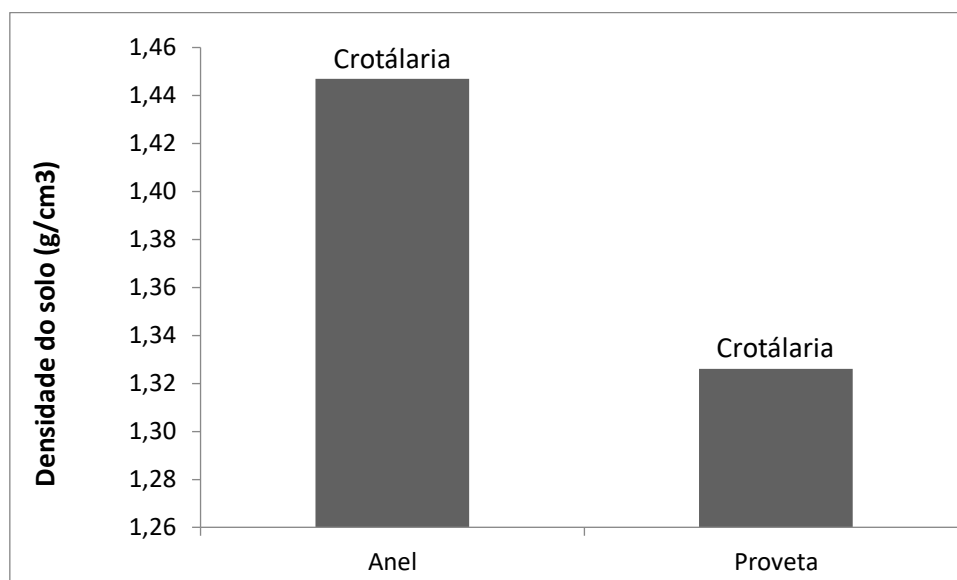


O método do anel volumétrico (MAV) é considerado como método padrão de amostragem para a avaliação da densidade do solo, o qual consiste na amostragem do solo com estrutura indeformada num anel (cilindro metálico) de volume conhecido (EMBRAPA, 1997).

A qualidade física do solo é diminuída quando ocorre à compactação por causa da pressão exercida por forças externas, principalmente o tráfego de máquinas e equipamentos. Isso resulta no decréscimo do volume total de poros destacadamente os de maior diâmetro, da infiltração e drenagem da água, da aeração e, aumento da coesão do solo e da resistência à penetração das raízes das plantas, diminuindo seu desenvolvimento e produtividade (KATOU et al., 1987). Souza et al. (2008) verificaram redução do crescimento de milho em solos compactados.

Averiguando o método do cilindro para a cultura da crotalária, foi observado resultados semelhantes aos obtidos para a cultura do milho. De forma semelhante, o método do cilindro foi mais eficiente (Figura 4),. A crotalária apresentou uma menor densidade nos dois métodos usados, mas verificando a eficiência dos métodos, foi observado resultados semelhantes, demonstrando que, também para a cultura da crotalária, o método cilindro foi mais eficiente para a determinação da densidade do solo.

Figura 4: Comparação dos métodos de densidade do solo para cultura crotalaria



A deterioração da qualidade do solo tem sido amplamente estudada e debatida pela ciência do solo, devido principalmente, a retirada da cobertura e/ou uso intensivo da mecanização agrícola nas operações de preparo e cultivo do solo (ASSIS; LANÇAS, 2005).

Entre as propriedades físicas mais avaliadas está a densidade, que fornece indicações a respeito do estado de compactação do solo (REICHARDT; TIMM, 2008), podendo indicar a necessidade de realização de prática mecânica de descompactação do solo com a utilização do subsolador ou do escarificador.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas avaliações, comprovou-se que os solos com restos da crotalaria apresentaram uma menor densidade e os restos culturais do milho demonstram uma maior densidade.

Os valores adquiridos nos dois métodos são prejudiciais à qualidade físicas do solo.

O método mais eficiente para a determinação da densidade foi o método do cilindro.

Agradecimento: IFCE-CAMUS-SOBRAL

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C.; FORTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 19, n. 1, p. 115-119, 1995.
- ASSIS, R. L.; LANÇAS, K. P. Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo Vermelho distroférrico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n. 4, p. 515-522, 2005.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. *The nature and properties of soils*. 14th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2008.
- BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M.; REINERT, D. J. Resíduos vegetais na

- superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio de Proctor. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, n. 4, p. 605-614, 2006.
- CHAN, K. Y.; ROBERTS, W. P.; HEENAN, D. P. Organic carbon and associated soil properties of a red earth after 10 years of rotation under different stubble and tillage practices. *Australian Journal of Soil Research*, Melbourne, v. 30, n. 1, p. 71-83, 1992.
- COSTA, M. J.; ROSA JÚNIOR, E. J.; ROSA, Y. B. C. J.; DE SOUZA, L. C. F.; ROSA, C. B. J. Atributos químicos e físicos de um latossolo sendo influenciados pelo manejo do solo e efeito da gessagem. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 29, n. 5, p. 701-708, 2007.
- DAM, R. F.; MEHDI, B. B.; BURGESS, M. S. E.; MADRAMOOTOO, C. A.; MEHUYS, G. R.; CALLUM, I. R. Soil bulk density and crop yield under eleven consecutive years of corn with different tillage and residue practices in a sandy loam soil in central Canada.
- DIAS JÚNIOR, M. S.; MIRANDA, E. E. V. Comportamento da curva de compactação de cinco solos da região de Lavras (MG). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 24, n. 2, p. 337-346, 2000.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Brasília, 1997. 212p.
- KATOU, H.; MIYAJI, K.; KUBOTA, T. Susceptibility of undisturbed soils to compression as evaluated from the changes in the soil water characteristic curves. *Soil Science and Plant Nutrition*, Tokyo, v. 33, n. 4, p. 539- 54, 1987.
- KLEIN, V. A. Física do solo. Passo Fundo: Ediupf, 2008.
- LIBARDI, P. L. Dinâmica da água no solo. São Paulo: Edusp, 2005.
- MARTINS, M. V.; PASSOS, E.; CARVALHO, M.; ANDREOTTI, M.; MONTANARI, R. Correlação linear e espacial entre a produtividade do feijoeiro e atributos físicos de um Latossolo Vermelho distrófico de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 31, n. 1, p. 147-154, 2009.
- OLIVEIRA, G. C. de; DIAS JUNIOR, M. S.; RESK, D. V. S.; CURI, N. Alterações estruturais e comportamento compressivo de um Latossolo Vermelho distrófico argiloso sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 2, p. 291-299, 2003.
- REICHARDT, K.; TIMM, L. C. Solo, planta e atmosfera: conceito, processo e aplicações. Barueri: Manole, 2004.
- REICHARDT, K.; TIMM, L. C. Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. Barueri: Manole, 2008.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. Pedologia, base para distinção de ambientes. 5 ed. Lavras: UFLA, 2007.
- SILVEIRA, P. M. da; SILVA, O. F. da; STONE, L. F.; SILVA, J. G. da. Efeitos do preparo do solo, plantio direto e de rotações de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 2, p. 257-263, 2001.
- SOUZA, R.V.C.C.; ANTUNES, P.D.; MARQUES, M.C.; FREIRE, M.G.S. Influência de diferentes níveis de compactação e doses de fósforo no crescimento e nos teores de P na matéria seca de plantas milho (*Zea mays* L.) em um solo representativo do Estado de Pernambuco. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 94-100, 2008.
- STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 395-401, 2001.

THIMÓTEO, C. M. S.; BENINNI, E. R. Y.; MURATA, I. N.; TAVARES FILHO, J. Alterações da porosidade e da densidade de um latossolo vermelho distrófico em dois sistemas de manejo. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 23, p. 1299-1303, 2001.

SISTEMA DE PREPARO DO SOLO SOBRE A DENSIDADE E PROFUNDIDADE DE RAÍZES DE PLANTAS DE PINHÃO MANSO CULTIVADAS EM SOLOS DE TABULEIRO COSTEIRO DO ESTADO DA BAHIA

José Renato Oliveira Mascarenhas
Simone Alves Silva
Monikuelly Mourato Pereira
Hélio Gondim Filho

1. INTRODUÇÃO

A grande demanda por óleos vegetais no Brasil, gerada pelo Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), fez com que o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), uma espécie até então desvalorizada, se tornasse alternativa para fornecimento de matéria-prima na produção de biodiesel (COSTA et al.,2015). O cultivo do pinhão manso na Região Nordeste do Brasil é considerado promissor tendo em vista as condições edafoclimáticas exigidas para o pleno desenvolvimento da cultura (LIMA et al.,2012).

O pinhão manso da família Euforbiácea é apontado como uma das culturas mais promissoras para produção do biodiesel e inserção na cadeia produtiva familiar. Apesar do seu zoneamento agrícola ainda não definido, a cultura tem sido difundida como tolerante à seca, adaptada às diferentes condições ambientais, além de apresentar baixa exigência nutricional e elevado teor de óleo em seus grãos. É uma espécie perene que produz por até 40 anos, em colheita parcelada, possibilitando a fixação da mão-de-obra no campo; além de adaptar-se a terrenos com declive limitante às culturas anuais e não ser utilizada para consumo humano, devido aos princípios tóxicos presentes na planta (CASTRO et al.,2008; LAVIOLA et al.,2011).

As informações sobre o sistema radicular de qualquer planta são indispensáveis na concepção do planejamento de sistemas de manejo do solo que visem à otimização da produtividade agrícola (BONI et al.,2008). As raízes são necessárias para maximizar o aproveitamento de água e nutrientes, elementos essenciais à vida vegetal (COSTA et al.,2015).

A penetração das raízes é limitada pela resistência do solo e, de modo geral, o valor de 2,0 Mega Pascal (Mpa) tem sido indicado como impeditivo para o crescimento de raízes e também da parte aérea das plantas (TARDIEU, 1994). O aumento da resistência invariavelmente reduz o crescimento das plantas, independentemente se a excessiva resistência foi causada por uma redução da umidade ou aumento da densidade do solo (SILVA; GIAROLA, 2001; TAYLOR; GARDNER, 1963).

Os solos dos Tabuleiros Costeiros são formações terciárias que aparecem desde o Amapá até o Rio de Janeiro, ocupando cerca de 10 milhões de hectares apenas no litoral do Nordeste. A região de ocorrência dos Tabuleiros apresenta significativa importância econômica e social, devido à alta densidade demográfica e ao enorme potencial como produtora de alimentos, principalmente frutas (REZENDE et al.,2002; SOUZA et al.,2008).

Segundo Souza et al. (2008), embora os solos dos Tabuleiros Costeiros sejam considerados profundos, apresentam horizontes coesos, com estrutura maciça e consistência dura a extremamente dura, principalmente quando estão secos, prejudicando a dinâmica da água no perfil e, principalmente, o crescimento do sistema radicular das culturas. Souza (1997) afirma que uma

das medidas para aumentar a produtividade e a longevidade das culturas, em tais condições, é a melhoria do crescimento radicular em profundidade, o que aumenta a superfície de absorção de nutrientes e, principalmente, de água pelas plantas, minimizando assim os efeitos das frequentes estiagens verificadas em grande parte da região de tais solos.

A influência do sistema radicular sobre as características da planta frequentemente é negligenciada em estudos agrônômicos, pois os trabalhos avaliando as raízes são muito mais complexos que estudos realizados avaliando a parte aérea das plantas. Muitas características das plantas de pinhão manso, tais como tolerância à seca e rápido crescimento em solos degradados, são intimamente dependentes das características de suas raízes. A formação do sistema radicular de plantas perenes é influenciada também pelo método de propagação e alguns danos ou deformações ocorridas na fase de desenvolvimento e crescimento inicial das plantas não podem ser reparados posteriormente. Essas deformações podem não causar a morte da planta; entretanto, pode comprometer seu desenvolvimento e produtividade por todo o ciclo produtivo, o que pode representar décadas de produção abaixo de seu potencial agrônômico (SEVERINO et al., 2007).

Portanto, uma avaliação ganha importância, não só para auxiliar a verificação da qualidade do preparo do solo utilizado, mas também para auxiliar o estabelecimento de limites de compactação que não afetem o desenvolvimento radicular das plantas nos diferentes sistemas de cultivo. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar, em condições de campo, o efeito de sistemas de preparo de um Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico sobre a densidade do sistema radicular de plantas de pinhão manso.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características gerais do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.)

O pinhão-mansão pertence à família botânica Euphorbiaceae (CONTRAN et al., 2013). É uma planta perene cultivada em regiões tropicais e subtropicais. Possui grande variação em sua arquitetura, apresentando de uma a várias ramificações e hábito de crescimento variando de arbustivo a arbóreo (SUNIL et al., 2013). *J. curcas* L. possui grande habilidade para sobreviver em ambientes áridos, onde seu cultivo pode proporcionar benefícios como controle da erosão e conservação da água subterrânea (KRISHNAMURTHY et al., 2012; EHRENSPERGER et al., 2015). O pinhão-mansão é uma planta monoica apresentando flores masculinas e femininas na mesma inflorescência (NEGUSSIE et al., 2014). O peso a aderência limitam do pólen limitam seu transporte pelo vento (NEGUSSIE et al., 2014; NIETSCHKE et al., 2014). No entanto, os insetos desempenham papel importante na polinização do pinhão-mansão (VAKNIN, 2012; NEGUSSIE et al., 2015). O sistema de cruzamento do pinhão manso ainda é pouco conhecido. Estudos recentes indicam que há predominância de autofecundação intra inflorescência e/ou intra planta em detrimento da fertilização cruzada (BRESSAN et al., 2013). Dependendo de fatores genéticos e ambientais, as inflorescências são produzidas pela primeira vez de três meses a três anos após a semeadura. (MARTIN; MONTES, 2015). A propagação do pinhão-mansão pode ser feita por sementes ou vegetativamente através de estacas. (CONTRAN et al., 2013). A parte comercial mais importante da planta são seus grãos, que possuem alto conteúdo de óleo e proteína, adequados para criação de produtos de alto valor. Nos grãos, a presença de ésteres de forbol determina a destinação a dois mercados, alimentício e de bioenergia (SÁNCHEZ-ARREOLA et al., 2015).

Estudos recentes indicam que a produtividade de sementes de pinhão-mansão no estágio de maturidade (> 3 anos) varia entre 500 e 3000 kg ha⁻¹, dependendo dos genótipos e das condições ambientais (WANI; GARG; CHANDER, 2016). No México, a existência um germoplasma de *J. curcas* L. que não possui ésteres de forbol (que são tóxicos para animais e humanos) abre a

possibilidade para utilização desta planta para a indústria alimentícia (VERA-CASTILLO et al., 2014). Além disso, plantas de baixa estatura podem aumentar a produtividade dos grãos, a eficiência da colheita manual e o potencial de uma possível colheita mecanizada. Resultados iniciais de hibridação são altamente animadores para produção de sementes explorando-se a heterose (SENGER; MARTIN; MONTES, 2016). Todos esses fatos, além da grande variação genética e do curto intervalo de geração, fazem do pinhão-mansinho uma espécie promissora para domesticação e melhoramento.

2.2 Solos coesos dos Tabuleiros costeiros

O termo “Tabuleiros Costeiros” é uma referência à topografia predominantemente plana, do tipo tabular e, com menos frequência, suavemente ondulada, em que se constata a ausência de vales profundos ou encostas com fortes declividades, que ocupam uma zona úmida costeira das regiões Norte, Nordeste e Sudeste, sob clima de estações secas e úmidas bem definidas (JACOMINE, 2001). As elevações dos Tabuleiros Costeiros têm variações de 30 a 150 m acima do nível do mar, Sobral et al. (2002).

Na região Nordeste, os Tabuleiros Costeiros ocupam aproximadamente 8.420.000 hectares, representando 14% dos nove estados, onde estão concentrados 45% de sua população. Os Tabuleiros constituem uma das 20 grandes unidades de paisagens da região nordeste (SILVA JÚNIOR, 2006).

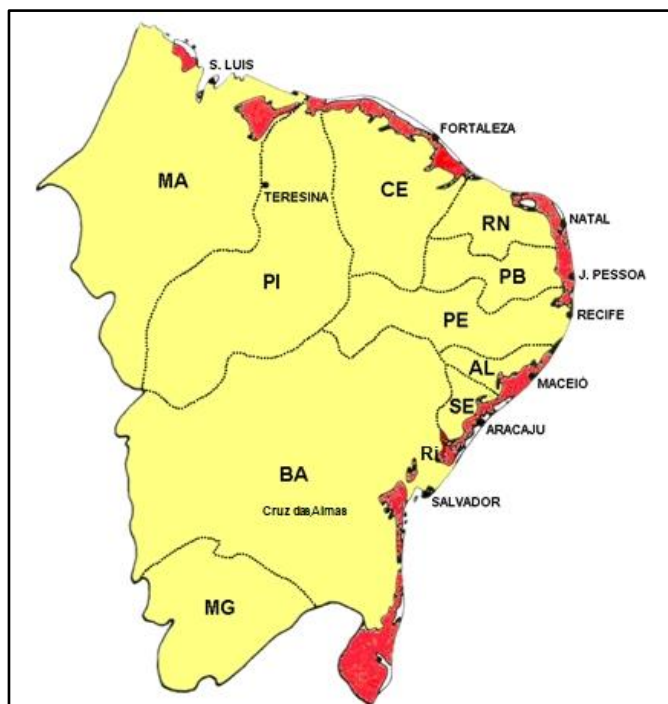
Nos Tabuleiros há a ocorrência de horizontes coesos, ou seja, com horizontes pedogenéticos subsuperficiais adensados, muito duros a extremamente duros quando secos, passando a friáveis ou firmes quando úmidos (BRASIL, 2013). A coesão ocorre tanto nas áreas sob florestas e áreas sob cultivos, por isso, não se considera o fenômeno como herança do manejo, a ocorrência indica ser um processo de transformação do seu material de origem (RIBEIRO, 1991).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi realizado na área experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas, Bahia, nos anos agrícolas de 2017/2018. O município está situado na região fisiográfica do Recôncavo Baiano, apresentando as coordenadas geográficas de 12°40'19" de latitude Sul, 39°06'23" de longitude Oeste de Greenwich e altitude de 220 m. O clima do município, de acordo com a classificação de Thornthwaite, é subúmido, com pluviosidade média anual de 1.170 mm, com variações entre 900 e 1.300 mm, sendo os meses de março a agosto os mais chuvosos e de setembro a fevereiro os mais secos. A temperatura média anual é de 24,1°C, 82% de umidade relativa do ar e o solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso de textura argilosa e relevo plano (Figura 1) (RODRIGUES et al., 2009).

Figura 1 - Faixa da Região Nordeste do Brasil mostrando os Tabuleiros Costeiros (em vermelho) e localização do Município de Cruz das Almas-BA. Área total dos Tabuleiros 98.503 km², correspondendo a 5,92% da área total da região



Fonte: Rezende et al., 2002.

3.2 Produção das mudas de pinhão manso

As mudas de pinhão manso foram produzidas em estufa do NBIO, visando ao controle de luminosidade, temperatura, umidade e ataque de pragas e doenças, durante o mês de abril de 2017.

O substrato para o cultivo das mudas foi constituído por uma mistura contendo 25 kg de condicionador de solos Vivatto Plus; 0,1 m³ de vermiculita expandida da

AgroFloc; 10 kg de esterco de boi e cabra da Confertil; 5 kg de húmus; 10 kg de calcário e 100 kg de terra de barranco (D'OLIVEIRA et al., 2013) (Figura 2A).

Os recipientes utilizados para produção das mudas foram vasos de plásticos com 2,8 dm³, de modo a proporcionar melhor desenvolvimento do sistema radicular, evitando o enovelamento e má formação das raízes (Figura 2B).

Figura 2 - Composição do substrato (A) e distribuição dos recipientes na estufa (B). Cruz das Almas-BA, 2017



Fonte: NBIO/Mascarenhas, 2017

As sementes produzidas no Banco Ativo de Germoplasma - BAG do NBIO, após tratamento com o fungicida Monceren® (3,0 g do produto comercial por kg de sementes) (MENDONÇA et al., 2000), foram imediatamente distribuídas numa profundidade de 1,0 cm equidistantes de 5,0 cm (Figura 3A).

A germinação das sementes começou cinco dias após o plantio (Figura 3B) e, com 20 dias, as plântulas foram desbastadas, deixando-se apenas uma planta por vaso (Figura 3C).

A irrigação das mudas foi realizada sempre que o substrato demonstrava baixa umidade, detectada pelo aspecto visual e consistência, tomando-se o cuidado para não respingar nas folhas visando evitar contágio com fungos. Semanalmente as mudas eram pulverizadas com calda bordalesa como controle preventivo da mela (VIEIRA JÚNIOR et al., 2009).

Após 45 dias, as mudas foram transferidas para o campo ainda no recipiente, para aclimação durante cinco dias, onde permaneceram até o plantio (Figura 3D).

Figura 3 - Distribuição das sementes de pinhão manso nos recipientes (A), germinação das sementes (B), desbaste das plântulas (C) e aclimação das mudas durante cinco dias do transplantio para o campo (D), Cruz das Almas - BA, 2017



Fonte: NBIO/Mascarenhas, 2017

Antes do preparo, foram coletadas amostras do solo para realização de análise química e granulométrica para recomendações de calagem e adubação, para a cultura do pinhão manso (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo e granulometria de um Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m. Cruz das Almas, BA, 2017

Prof. (m)	pH	Al	H+A	Ca+Mg	Ca	P	K	Areia	Silte	Argila
0-0,20	4,97	0,19	2,03	1,23	1,16	2,4	22,5	65,84	13,07	21,09
0,20-0,40	5,05	0,20	2,03	1,16	0,71	2,2	50,0	57,75	14,99	27,26

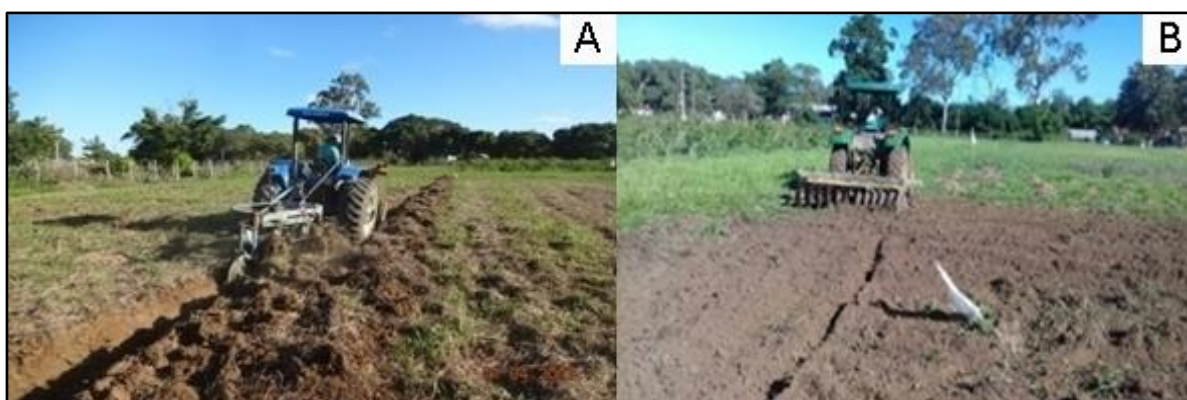
Prof. = Profundidade (m); pH = Potencial hidrogeniônico (em água); Al = Alumínio (); H+Al = Acidez potencial; Ca+Mg = (cmol_c dm⁻³); Ca = Cálcio (cmol_c dm⁻³); P = Fósforo (mg dm⁻³); K = Potássio (cmol_c dm⁻³).

3.3 Preparo do solo e instalação do experimento em campo

O experimento foi instalado em delineamento de blocos inteiramente casualizados, esquema fatorial 3 x 2 x 2 (profundidade x sistema de preparo do solo x pontos de coleta), onde foram avaliadas três profundidades de coleta das amostras (0-0,25; 0,25-0,50 e 0,50-0,75 m), dois sistemas de preparo do solo (convencional e reduzido) e dois pontos de coleta (nas linhas e entrelinhas de plantio a 0,30; 0,60 e 0,90 m da planta) em três genótipos (UFRB 25, UFRB32 e UFRB 15) com três repetições, com três plantas por parcela útil.

O preparo convencional do solo foi realizado em abril de 2017, com uma aração e duas gradagens em sentidos contrários, utilizando um trator da marca New Holland TL 75 E, tendo a ele acoplado um arado de disco reversível Baldan, modelo ARH (L), com três lâminas de corte de 55 cm, cortando a uma profundidade de 0,40 m. Após a aração distribuíram-se 1.100 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico PRNT 60% em ambos os sistemas de preparo, conforme análise de solo, sendo incorporado com uma grade niveladora de 24 discos, da marca BALDAN, com duas passagens em sentidos contrários para destorroamento do solo (Figura 4A e 4B).

Figura 4 - Preparo convencional do solo latossolo distrófico coeso, com uma aração e duas gradagens em sentidos contrários. Cruz das Almas - BA, 2017

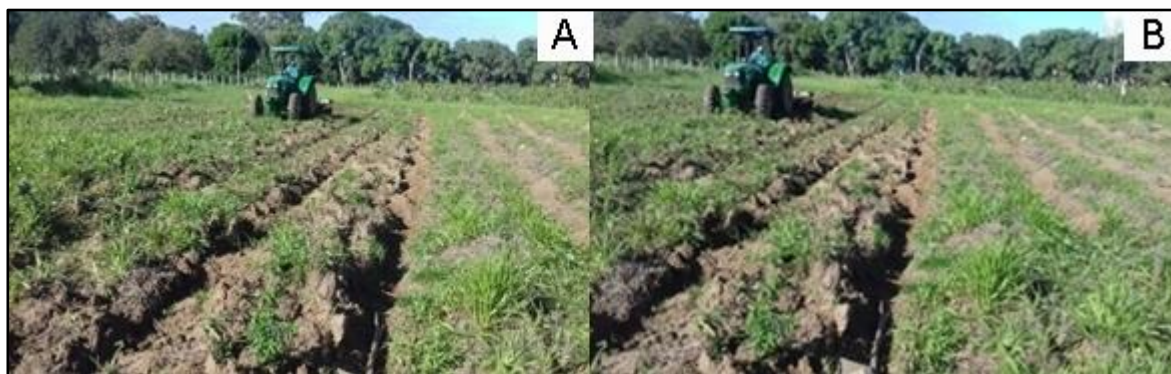


Fonte: NBIO/Mascarenhas, 2017

Para o preparo reduzido ou subsolado utilizou-se trator da marca New Holland, modelo TL 75 E, possuindo tração traseira auxiliar (TTA), potência nominal de 90 KW a 2.200 rpm, peso total de 3.462 kg, com operador, e um subsolador TATU Marchesan, modelo AST/MATIC 450, apenas com uma haste de subsolagem na linha de plantio, cortando a uma profundidade de 0,60 m e um

disco de corte liso de 0,50 m de diâmetro na frente para corte da vegetação e incorporação do calcário dolomítico (Figura 5A e 5B). O plantio foi realizado no espaçamento de 3m x 2m com densidade de 1.667 plantas ha⁻¹.

Figura 5 - Preparo reduzido com subsolagem na linha de plantio a uma profundidade de corte de 0,60 m. Cruz das Almas - BA, 2017



Fonte: NBIO/Mascarenhas, 2017

Após o preparo do solo foram abertas as covas com as dimensões de 0,40 x 0,40 x 0,40 m, tanto para cultivo no solo sob preparo convencional como no solo sob preparo reduzido, sendo que nestas elas foram abertas nos sulcos da subsolagem. Com base na análise de solo, realizou-se a seguinte adubação na cova de plantio: 100 g de calcário dolomítico PRNT 60%, 100 g do formulado 06-30-06 e 5 dm³ de esterco bovino de curral. Posteriormente, foram feitas adubações de cobertura com duas aplicações de 50 g planta⁻¹ do formulado 20-00-20, em setembro e novembro de 2017. Em janeiro de 2018 foi feita mais uma adubação mineral com 100 g planta⁻¹ do formulado 20-05-20, e orgânica com 2 dm³ planta⁻¹ de esterco bovino de curral (LAVIOLA; DIAS, 2008). A distribuição dos adubos foi realizada na projeção da copa e incorporada ao solo.

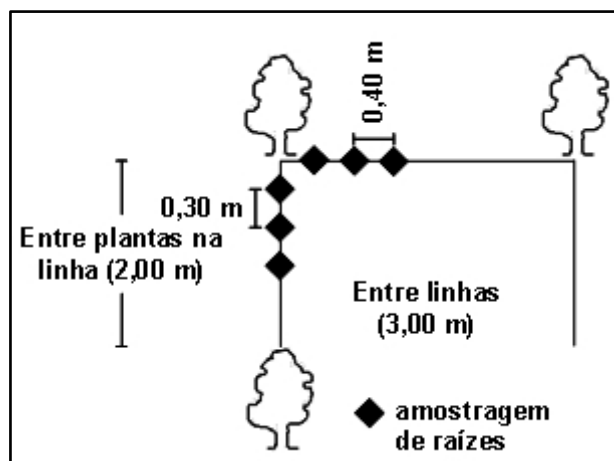
O controle das plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais a cada dois meses e a fitomassa residual foi utilizada como cobertura morta. As mudas foram plantadas no centro das covas, tomando-se o cuidado para retirá-las do recipiente sem a quebra do torrão.

3.4 Determinação da densidade de raízes de plantas de pinhão manso

As amostras de solo contendo raízes foram coletadas aos 18 meses após transplantio, no mês de dezembro de 2018, em dois planos perpendiculares, com a planta no ponto de intersecção dos mesmos, de maneira semelhante a um sistema de eixos cartesianos, onde a planta está no ponto zero (Figura 6). A primeira amostragem localizou-se a 0,30 m da planta, seguindo de 0,30 em 0,30 m até a distância de 0,90 m

na linha e 1,20 m nas entrelinhas, ou seja, como as plantas estão no espaçamento de 3,00 x 2,00 m, foram amostrados três pontos no sentido da linha (0,30; 0,60 e 0,90 m) e três no sentido da entrelinha (0,40; 0,80 e 1,20 m) em três profundidades (0-0,25; 0,25-0,50 e 0,50-0,75 m), totalizando 108 amostras.

Figura 6 - Esquema de amostragem de raízes em plantas de pinhão manso, em Latossolo Amarelo Distrocoeso de Tabuleiro Costeiro em Cruz das Alma, BA.



Para a coleta das amostras, utilizou-se um cilindro de aço de 0,25 m de comprimento com 0,06 m de diâmetro, com volume de 0,00070686 m³, o qual foi introduzido no solo com a umidade gravitacional entre 3,56% e 12,30%. O cilindro amostrador possui uma estria lateral que permite a retirada do solo do seu interior, separando-o de acordo com as profundidades avaliadas. As raízes coletadas foram separadas do solo com auxílio de uma peneira de malha de 2 mm, lavadas e colocadas em sacos de papel kraft previamente identificados de acordo com os pontos e profundidades de amostragens, sendo então acondicionadas em sala refrigerada. Posteriormente, as raízes foram distribuídas uniformemente, com o auxílio de uma pinça, em transparências para serem digitalizadas por meio de um “scanner” acoplado a uma impressora modelo HP Ink 410. As imagens digitalizadas das raízes foram processadas no aplicativo de computador GSRoot (GUDDANTI; CHAMBERS, 1993), obtendo-se o comprimento de raízes para as classes de diâmetro de < 1, 1-2 e > 2 mm. Os dados obtidos foram expressos em cm de raízes por dm⁻³ de solo, ou seja, em densidade de raízes no solo.

3.5 Análise estatística

Inicialmente, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, avaliando-se os fatores isolados, sistemas de preparo do solo, locais de coleta das amostras e profundidades, e as interações entre eles. As médias dos valores referentes à densidade de raízes foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Foi também realizada a distribuição espacial da densidade total de raízes para cada um dos sistemas de preparos do solo, utilizando-se o aplicativo Surfer, versão 7.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados os resultados da análise de variância para sistema de preparo do solo, pontos e profundidade de coleta de amostras de solo para determinação da densidade de raízes de plantas de pinhão manso. Foi observado efeito dos fatores isolados, sistema de preparo do solo (PS) e profundidade de coleta (Prof.C) das amostras sobre a densidade do sistema radicular das plantas de pinhão manso ($p < 0,01$).

Houve efeito das interações PS x PC (preparo do solo x ponto de coleta) e PS x Prof.C (preparo do solo x profundidade de coleta) sobre a densidade do sistema radicular nas plantas de pinhão manso ($p < 0,01$). As demais interações estudadas PC x Prof.C (ponto de coleta e profundidade de

coleta) e PS x PC x Prof.C (preparo do solo, ponto de coleta e profundidade de coleta) não foram significativas sobre a densidade de raízes de plantas de pinhão manso.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância com quadrados médios, significâncias e coeficientes de variação para densidade de raízes de plantas de pinhão manso. Cruz das Almas - BA, 2018

FV	Quadrado médio	
	GL	D.R
Sistema de Preparo do solo (PS)	1	3874,09 **
Ponto de coleta (PC)	1	0,001 ^{ns}
Profundidade de coleta (Prof.C)	2	2236,9181 **
Interação (PSxPC)	1	265,808 **
Interação (PSxProf.C)	2	268,09 **
Interação (PCxProf.C)	2	31,99 ^{ns}
Interação (PSxPCxProf.C)	2	61,445 ^{ns}
Erro	76	22,161
Total corrigido	107	
CV (%)	39,36	

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; * = Significância ($p < 0,05$); ** = Significância ($p < 0,01$); ^{ns} = não significativo pelo teste F; CV = Coeficiente de variação; D.R = Densidade de raízes (cm de raízes por dm^{-3}).

Observa-se que, independente da profundidade (Prof.C) e ponto de coleta das amostras (PC), as plantas de pinhão manso cultivadas em solo cujo sistema de preparo foi reduzido, apresentaram valores médios de densidade do sistema radicular de 17,95 cm de raízes por dm^{-3} de solo, enquanto que as plantas de pinhão manso cultivadas no solo com preparo convencional apresentaram em média de 5,97 cm de raízes por dm^{-3} de solo (Tabela 3). Resultado semelhante foi observado por Cintra e Libardi (1998) e Rezende et al. (2002) em citros, indicando que o cultivo de plantas em solos com a presença de horizontes coesos dificulta o aprofundamento do sistema radicular.

Tabela 3 - Densidade do sistema radicular das plantas de pinhão manso cultivadas em solo com sistema de preparo convencional e reduzido, independente da profundidade e ponto de coleta das amostras. Cruz das Almas - BA, 2018

P.S	D.R
Convencional	5,97 B
Reduzido	17,95 A

P.S = Sistema de preparo de solo; D.R = Densidade de raízes (cm de raízes por dm^{-3}); médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Dentre as três profundidades amostradas, foi observada maior densidade de raízes de pinhão manso (20,45 cm de raízes por dm^{-3} de solo) na profundidade de 0-0,25 m independente do sistema de preparo do solo e do ponto de coleta das amostras (Tabela 4). Com base nos dados da Tabela 4 pode-se calcular a profundidade efetiva do sistema radicular do pinhão manso nas condições do estudo como sendo igual a 46,3 cm, na qual se localizavam 80 % das raízes, na média dos dois preparos do solo avaliados. Estudo realizado por Costa et al. (2015) demonstrou que aproximadamente 80% do sistema radicular do pinhão manso se encontra na camada de solo de 0-0,50 m, indicando ser 0,50 m a profundidade efetiva do sistema radicular do pinhão manso.

Tabela 4 - Densidade do sistema radicular das plantas de pinhão manso em três profundidades de coletas das amostras independente do sistema de preparo do solo e ponto de coleta. Cruz das Almas - BA, 2018

Prof.C	D.R
0-0,25	20,45 A
0,25-0,50	10,57 B
0,50-0,75	4,87 C

Prof.C = Profundidade de coleta das amostras (m); D.R = Densidade de raízes (cm de raízes por dm^{-3}); médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A Tabela 5 apresenta resultados da densidade do sistema radicular das plantas de pinhão manso na interação entre sistemas de preparo do solo e pontos de coleta das raízes. Quando analisados os sistemas de preparo do solo entre cada um dos pontos de coleta das amostras, verificou-se que não houve diferença significativa na densidade de raízes em amostras coletada no sistema convencional e reduzido. Comportamento semelhante foi observado também quando as amostras de raízes foram coletadas nas linhas de plantio, em ambos os sistemas de preparo do solo.

Contudo, quando observados os pontos de coleta em cada um dos sistemas, verificou-se que no sistema convencional de preparo do solo houve maior densidade de raízes quando a amostragem foi realizada nas linhas de plantio (16,38 cm de raízes por dm^{-3} de solo), em comparação às amostras coletadas nas entrelinhas (4,40 cm de raízes por dm^{-3} de solo). Semelhante comportamento ocorreu no sistema reduzido, com maior densidade de raízes nas linhas (19,51 cm de raízes por dm^{-3} de solo) do que nas entrelinhas (7,54 cm de raízes por dm^{-3} de solo). No entanto, tanto nas linhas como nas entrelinhas não houve diferença estatística entre os sistemas convencional e reduzido (Tabela 5).

Tabela 5 - Densidade do sistema radicular das plantas de pinhão manso em função dos sistemas de preparo e locais de coleta das amostras de solo. Cruz das Almas - BA, 2018.

PC	D.R	
	Convencional	Reduzido
Entrelinhas	4,40 Ba	7,54 Ba
Linhas	16,38 Aa	19,51 Aa

PC = Ponto de coleta das amostras; D.R = Densidade de raízes (cm de raízes por dm^{-3}); Letras maiúsculas comparam na coluna o efeito de cada sistema de preparo do solo entre os pontos de coleta e letras minúsculas comparam na linha o efeito de cada ponto de coleta entre os sistemas de preparo do solo. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Na Tabela 6, são apresentados os resultados da interação entre as profundidades de coleta das amostras e sistemas de preparo do solo. Observa-se, em todas as profundidades de coleta das amostras, maior densidade de raízes de pinhão manso no sistema de preparo reduzido na linha de plantio. Nas profundidades de 0,25-0,50 e 0,50-0,75 m, cujo preparo do solo foi convencional, a densidade de raízes de pinhão manso foi de 4,54 e 1,63 cm de raízes por dm^{-3} de solo, respectivamente, nas amostras coletadas nessas mesmas profundidades, em sistema de preparo reduzido, foram registradas densidades de 16,59 e 8,10 cm de raízes por dm^{-3} de solo, respectivamente, portanto, valores superiores.

Analisando a densidade das raízes em cada sistema de preparo entre as diferentes profundidades de coleta, percebe-se que, no sistema convencional, nas profundidades de 0-0,25; 0,25-0,50 e 0,50-

0,75 m, os valores registrados foram 11,74; 4,54 e 1,63 cm de raízes por dm^{-3} de solo, respectivamente.

Tabela 6 - Densidade do sistema radicular das plantas de pinhão manso em função dos sistemas de preparos e profundidade de coleta das amostras de solo. Cruz das Almas - BA, 2018

Prof.C	D.R	
	Convencional	Reduzido
0-0,25	11,74 Ab	29,15 Aa
0,25-0,50	4,54 Bb	16,59 Ba
0,50-0,75	1,63 Bb	8,10 Ca

Prof.C = Profundidade de coleta das amostras (m); D.R = Densidade de raízes (cm de raízes por dm^{-3}); Letras maiúsculas comparam na coluna o efeito de cada sistema de preparo do solo entre as profundidades de coleta das amostras e letras minúsculas comparam na linha o efeito de cada profundidade de coleta das amostras entre os sistemas de preparo do solo. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Nas amostragens realizadas nas profundidades de 0-0,25 e 0,50-0,75m, não foi observada diferença significativa na densidade das raízes entre as coletas realizadas nas

linhas e entrelinhas (Tabela 7). Contudo, na profundidade de 0,25-0,50m, amostras coletadas nas entrelinhas apresentaram maior densidade de raízes (11,66cm de raízes por dm^{-3} de solo) em comparação às amostras coletadas nas linhas (9,48cm de raízes por dm^{-3} de solo).

Nas coletas realizadas nas linhas e entrelinhas, de um modo geral, verificou-se redução da densidade de raízes nas diferentes profundidades de amostragem. Nas profundidades de 0-0,25; 0,25-0,50 e 0,50-0,75m foram registradas densidades de 20,60; 9,48 e 4,94cm de raízes por dm^{-3} de solo, respectivamente, coletas realizadas nas entrelinhas, nessas mesmas profundidades, apresentaram 19,99; 11,66 e 4,24cm de raízes por dm^{-3} de solo.

Tabela 7 - Densidade do sistema radicular de plantas de pinhão manso em função dos pontos e profundidade de coleta das amostras de solo. Cruz das Almas - BA, 2018

Prof.C	D.R	
	Linhas	Entrelinhas
0-0,25	20,60 Aa	19,99 Aa
0,25-0,50	9,48 Ba	11,66 Ba
0,50-0,75	4,94 Ba	4,24 Ba

Prof.C = Profundidade de coleta das amostras (m); D.R = Densidade de raízes (cm de raízes por dm^{-3}); Letras maiúsculas comparam na coluna o efeito de cada profundidade de amostragem do solo entre os diferentes pontos de coleta das amostras de solo e letras minúsculas comparam na linha o efeito de cada ponto de coleta entre as diferentes profundidades de amostragem do solo. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

De acordo com Santos et al. (2012), o pinhão manso se mostrou suscetível à compactação do solo. Ademais, observou-se o declínio da produção de massa seca e fresca foliar, caulinar e radicular e o aumento do número de folhas secas, à medida que foi elevada a densidade do solo.

Conforme já abordado, no presente trabalho, 80% do sistema radicular do pinhão manso se encontra na camada de solo de 0 a 0,46m, indicando ser esta a profundidade efetiva do sistema radicular do pinhão manso no Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico avaliado, corroborando com os resultados apresentados por (COSTA et al.,2015).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O preparo do solo reduzido favoreceu sobremodo o crescimento e o aprofundamento das raízes do pinhão manso, em Latossolo Amarelo Distrocoeso de Tabuleiro Costeiro do estado da Bahia.

Agradecimentos: FUNCAP, CNPq, CAPES.

REFERÊNCIAS

BONI, G.; COSTA, C. A. G.; GONDIM, R. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; OLIVEIRA, V. H de. Distribuição do sistema radicular do cajueiro-anão precoce (clone CCP-09) em cultivo irrigado e sequeiro, Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, p.1-6, 2008.

BRASIL. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro, 2013. 353p.

BRESSAN, E. A.; SEBBENN, A. M.; FERREIRA, R. R.; LEE, T. S. G.; FIGUEIRA, A. *Jatropha curcas* L.(Euphorbiaceae) exhibits a mixed mating system, high correlated mating and apomixis. **Tree genetics & genomes**, v.9, p.1089-1097, 2013.

CASTRO, M.; DEVIDE, A. C.; ANACLETO, H. Avaliação de acessos de pinhão em sistema de agricultura. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, p. 41-48, 2008.

CINTRA, F. L. D.; LIBARDI, P. L. Caracterização física de uma classe de solo do ecossistema do tabuleiro costeiro. **Sci. agric**, v.55, p.367-368, 1998.

CONTRAN, N.; CHESSA, L.; LUBINO, M.; BELLAVITE, D.; ROGGERO, P. P.; ENNE, G. State-of-the-art of the *Jatropha curcas* productive chain: from sowing to biodiesel and by-products. **Industrial crops and products**, v.42, p.202-215, 2013.

COSTA, F. R.; da SILVA, M. C.; EVANGELISTA, A. W. P.; de OLIVEIRA ROSA, F.; JUNIOR, J. A.; VILELA, V. S. Avaliação do sistema radicular de pinhão manso em diferentes níveis de irrigação localizada. **Revista Faculdade Montes Belos (FMB)**, v.5, p.19-139, 2015.

D'OLIVEIRA, P. S.; CICHELERO, W.; D'OLIVEIRA, L. S. S.; RINAUDO, R. Crescimento de mudas de pinhão-manso influenciado pelos tipos de recipientes e composição dos substratos. **Tecnol. & Ciên. Agropec.** v.7, p.13-18, 2013.

EHRENSPERGER, A.; BACH, S.; LINIGER, H.; PORTNER, B.; AYELE, H. Effectiveness of *jatropha* barriers as a soil and water conservation technology to rehabilitate gullies in northern Ethiopia. **Journal of soil and water conservation**, v.70, p.33A-38A, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

GUDDANTI, S.; CHAMBERS, J. GSRoot-Automated root length measurement program. **Users Manual, Version**, v. 5, 1993. 40p.

JACOMINE, P. K. T. Evolução do conhecimento sobre solos coesos do Brasil. In: CINTRA, F. L. D.; ANJOS, J. L. dos; IVO, W. M. P. de M. Workshop Coesão em Solos dos Tabuleiros Costeiros, **Anais**, Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros. p.161-168. 2001.

KRISHNAMURTHY, L.; ZAMAN-ALLAH, M.; MARIMUTHU, S.; WANI, S. P.; RAO, A. K. Root growth in *Jatropha* and its implications for drought adaptation. **biomass and bioenergy**, v.39, p.247-252, 2012.

LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L.; MENDONÇA, S.; ROSADO, T. B.; ALBRECHT, J. C. Caracterização Morfo-agronômica do banco de germoplasma de pinhão manso na fase jovem. **Bioscience Journal**, v.27, p.371-379, 2011.

LAVIOLA, G.; DIAS, L. A. D. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.32, p.1969-1975, 2008.

LIMA, M. L. B.; LIMA, V. S. F.; da SILVA, T. M.; de ALMEIDA, J. P. N. Pinhão manso como alternativa para produção de biodiesel. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.8, p.01-07, 2012.

MARTIN, M.; MONTES, J. M. Quantitative genetic parameters of agronomic and quality traits in a global germplasm collection reveal excellent breeding perspectives for *Jatropha curcas* L. **Gcb Bioenergy**, v.7, p.1335-1343, 2015.

MENDONÇA, J. M. A. D.; MIRANDA, J. C.; SOUZA, P. E. D.; LIMA, P. C.; AZEVEDO, P. J. D. C. Eficiência de monceren 25% pm (pencycuron) no controle do tombamento causado por rhizoctonia solani em plântulas de cafeeiro (*Coffea arabica*). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. **Anais**, Poços de Caldas - MG, v.1, p.253-256, 2000.

NEGUSSIE, A.; ACHTEN, W. M.; VERBOVEN, H. A.; AERTS, R.; SLOAN, R.; HERMY, M.; MUYS, B. Conserving open natural pollination safeguards *Jatropha* oil yield and oil quality. **BioEnergy Research**, v.8, p.340-349, 2015.

NEGUSSIE, A.; ACHTEN, W. M.; VERBOVEN, H. A.; HERMY, M.; MUYS, B. Floral display and effects of natural and artificial pollination on fruiting and seed yield of the tropical biofuel crop *Jatropha curcas* L. **Gcb Bioenergy**, v.6, p.210-218, 2014.

NIETSCH, S.; VENDRAME, W. A.; CRANE, J. H.; PEREIRA, M. C. Assessment of reproductive characteristics of *Jatropha curcas* L. in south Florida. **Gcb Bioenergy**, v. 6, n. 4, p. 351-359, 2014.

REZENDE, J. D. O.; MAGALHÃES, A. D. J.; SHIBATA, R. T.; ROCHA, E. S.; FERNANDES, J. C.; BRANDÃO, F. J. C.; REZENDE, V. J. R. P. **Citricultura nos solos coesos dos tabuleiros costeiros: análises e sugestões**. Salvador: Seagri, v.3, p.17-28, 2002.

RIBEIRO, L. P. **Primeiras avaliações sobre a gênese dos solos coesos da região de Cruz das Almas-BA**. Salvador: UFBA, 1991. 22p.

RODRIGUES, M. D. G. F.; NACIF, P. G. S.; COSTA, O. V.; OLSZEWSKI, N. Solos e suas relações com as paisagens naturais no município de Cruz das Almas-BA. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.9, p.193-205, 2009.

SÁNCHEZ-ARREOLA, E.; MARTIN-TORRES, G.; LOZADA-RAMÍREZ, J. D.; HERNÁNDEZ, L. R.; BANDALA-GONZÁLEZ, E. R.; BACH, H. Biodiesel production and de-oiled seed cake nutritional values of a Mexican edible *Jatropha curcas*. **Renewable Energy**, v.76, p.143-147, 2015

SANTOS, R. F., BORSOI, A., VIANA, O. H., VALENTE, V. C. Densidades do solo no cultivo do pinhão manso. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v.2, p 21-34, 2012.

SENGER, E.; MARTIN, M.; MONTES, J. M. Parental and heterotic effects in *Jatropha curcas* L. seedlings. **Tropical Plant Biology**, v.9, p.42-49, 2016.

SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L. S.; LEÃO, A. B.; BELTRÃO, N. D. **Formação do sistema radicular de plantas de pinhão manso propagadas por mudas, estacas e sementes**. Embrapa Algodão, 2007.

SILVA JÚNIOR, J. F.; NETO, I. A. A. M. B.; ESPÍNDOLA, M.C; CARVALHO, N.S.G. Recursos genéticos nos tabuleiros costeiros e baixada litorânea do Nordeste. In: SILVA JUNIOR, J. F.; LÉDO, A. S. (Eds.). A cultura da mangaba. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 57-74, 2006.

SILVA, A. P.; GIAROLA, N. F. B. Estabelecimento de índice de resistência dos solos para quantificação do grau de coesão. In: **WORKSHOP SOBRE COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS**, Aracaju. 2001. p.145-160.

SOUZA, L. D. S. Aspectos sobre o uso e manejo dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros. **B. Inf. SBCS**, v. 22, p.34-39, 1997.

SOUZA, L. D. S.; SOUZA, L. D.; PAIVA, A. Q.; RODRIGUES, A. C. V.; RIBEIRO, L. S. Distribuição do sistema radicular de citros em uma toposequência de solos de tabuleiro costeiro do estado da Bahia. **Bras. Ci. Solo**, n.32, p.503-513, 2008.

SUNIL, N.; KUMAR, V.; SUJATHA, M.; RAO, G. R.; VARAPRASAD, K. S. Minimal descriptors for characterization and evaluation of *Jatropha curcas* L. germplasm for utilization in crop improvement. **biomass and bioenergy**, v.48, p.239-249, 2013.

TARDIEU, F. Growth and functioning of roots and to root systems subject to soil compaction. Towards a system with multiple signaling? **Soil and Tillage Research**, v.30, p.217-243, 1994.

TAYLOR, H. M.; GARDNER, H. R. Penetration of cotton seedling taproots as influenced by bulk density, moisture content and strength of soil. **Soil Science** v.96, p.153-156, 1963.

VAKNIN, Y. The significance of pollination services for biodiesel feedstocks, with special reference to *Jatropha curcas* L.: a review. **Bioenergy research**, v.5, p.32-40, 2012.

VERA-CASTILLO, Y. B.; CUEVAS, J. A.; VALENZUELA-ZAPATA, A. G.; URBANO, B.; GONZÁLEZ-ANDRÉS, F. Biodiversity and indigenous management of the endangered non-toxic germplasm of *Jatropha curcas* L. in the Totonacapan (Mexico), and the implications for its conservation. **Genetic resources and crop evolution**, v.61, p.1263-1278, 2014.

VIEIRA JÚNIOR, J. R.; FERNANDES, C. D. F.; ROCHA, R.; RAMALHO, A.; MARCOLAN, A.; GUEDES, M.; da SILVA, D. S. G. Ocorrência da mela (*Thanatephorus cucumeris*) em mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico**, 2009.

WANI, S. P.; GARG, K. K.; CHANDER, G. Water needs and productivity of *Jatropha curcas* in India: myths and facts. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v.1 p.240-254, 2016.

USO E MANUSEIO: A AGRICULTURA FAMILIAR NOS DISTRITOS DE SANTA BÁRBARA, ALCÂNTARAS-CE E RAFAEL ARRUDA, SOBRAL-CE

137

Girlan Aragão da Silva
Rodrigo Vieira da Silva
Analine Maria Martins Parente

1. INTRODUÇÃO

Apesar das constantes mudanças climáticas, técnicas rudimentares ainda são utilizadas em pequenas e médias plantações no semiárido cearense. O desmatamento e as queimadas estão presentes na agricultura familiar, prejudicando a fauna em virtude da morte de animais e consequentemente a expulsão de seus respectivos habitats e a flora por meio do desmatamento o que resulta no empobrecimento do solo e a atmosfera devido a produção de CO₂.¹

Deste modo, no presente estudo objetiva-se, portanto, compreender como os pequenos agricultores trabalham no processo de plantio e manuseio do solo, levando em consideração que algumas destas ações são prejudiciais ao meio ambiente, no entanto são necessárias para a subsistência destes agricultores.

É possível partindo desta problemática levantar algumas questões como: quais são os prejuízos causados pelo uso incorreto das técnicas rudimentares de pequenos agricultores? A médio e a longo prazo, quais as principais consequências do desmatamento de das queimadas em pequenas propriedades agrícolas?

Um dos principais motivos para a escolha do tema do presente artigo foi a proximidade com a problemática apresentada, ou seja, a convivência dentro da agricultura, juntamente com a presença de familiares nos distritos de Santa Bárbara, localizado em Alcântaras (CE) e Rafael Arruda, do município de Sobral (CE). O tema é bastante pertinente quando se fala de produções de alimentos sem a presença de agrotóxicos, uso de queimadas no âmbito da agricultura e sustentabilidade em pequenos municípios e posteriormente baixas populações.

Questões como estas são de suma importância para que seja possível um bom entendimento dos problemas causados pela falta de esclarecimentos de pequenos agricultores. De modo que o uso inadequado do solo e a falta planejamento contribuem de forma significativa para o empobrecimento deste.

2. DISCUTINDO O TEMA

A agricultura familiar está presente em diversas regiões do Brasil, algumas adotam técnicas tradicionais no cultivo dos alimentos outras por sua vez implementaram novas formas em seus métodos de cultivo, como o uso de sistemas irrigatórios. Esse tipo de produção é adotado por muitos como uma forma de sobrevivência e fonte de renda. Sobre a agricultura familiar Salvodi e Cunha (2010) afirmam que:

Não é entendida como trabalho familiar. O que a distingue da maioria das formas sociais de produção como familiar é o papel preponderante da família como estrutura fundamental de organização da reprodução social, através da formulação de estratégias (conceitos ou não) familiares e individuais que remetem diretamente à transmissão do patrimônio material e cultural. A forma de exploração agrícola familiar pressupõe uma unidade de produção onde propriedade e trabalho estão intimamente ligados à família. (SALVODI; CUNHA, 2010, P. 25-26).

¹ O dióxido de carbono é um composto químico constituído por dois átomos de oxigênio e um átomo de carbono.
AGROECOSISTEMAS DO SEMIÁRIDO: USO, MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO - ISBN 978-65-992869-8-8

Dessa forma o termo agricultura familiar não se refere apenas ao trabalho familiar, mas sim a toda organização que em conjunto realiza atividades no campo com um único propósito que é a produção dos alimentos, por meio da gestão familiar. Podemos entender que o trabalho de caráter familiar não se resume somente a mão-de-obra no âmbito familiar não assalariado.

Nesse tipo de agricultura é preciso que haja uma sintonia em conjunto, ou seja, agricultores e familiares precisam agir de maneira que aconteça o desenvolvimento da cultura que será cultivada. Lamarche (1993, p. 15) diz que “a exploração familiar, tal como a concebemos, corresponde a uma unidade de produção agrícola onde propriedade e trabalho estão intimamente ligados à família.”

É a partir da técnica da queimada que os agricultores conseguem um maior aproveitamento do tempo, ou seja, é através do fogo que eles conseguem extrair um maior retorno não somente no tempo de trabalho, mas também como num possível gasto financeiro com trabalhadores em uma hipótese de serviço braçal.

A queimada é o método mais comum no meio da agricultura quando se trata da limpeza do terreno para o plantio, objetivando a remoção das árvores derrubadas ou qualquer outro tipo de vegetação da área em um curto espaço de tempo de maneira prática e eficaz. Os agricultores utilizam a queima por considerá-la um meio prático para diversos fins, tais como a limpeza do terreno; o aumento da fertilidade do solo tornando-o mais rico em nutrientes; o baixo custo com mão-de-obra (relacionado com a limpeza braçal); a redução de pragas dentre outros.

O meio adotado por pequenos agricultores no Brasil é a derrubada e queimada, ou seja, esse processo ocorre de maneira gradual passando por etapas ao longo do ano, mais especificamente como informam dados do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), onde os períodos pico das queimadas estão associados entre os meses de junho a novembro onde grande parte do país apresenta focos de queimadas em suas diversas regiões.

A técnica tradicional utilizada por pequenos agricultores, ou seja, o de derrubada e queimada é passado de geração a geração de maneira tradicional, sem nenhum tipo de mudança ou o uso de novas técnicas no manejo do terreno.

O uso de maneira inadequada do fogo provoca alguns fenômenos além do efeito estufa e deteriorar a qualidade do ar. O processo de desertificação em áreas do nordeste pode estar associado ao uso das queimadas de maneira contínua e incorreta. Olímpio (2013) diz que:

O uso do fogo na agricultura é altamente pernicioso à terra, pois provoca a desertificação (como ocorreu no nordeste brasileiro), pelas alterações climáticas, como consequência da destruição da cobertura florestal nativa e pela falta de proteção para as nascentes e mananciais, ocasionando uma alteração irreversível no ciclo das chuvas. No solo, o fogo altera as suas composições químicas, físicas e biológicas, prejudicando a ciclagem dos nutrientes e causando a sua volatilização. (OLÍMPIO, 2013, p. 3).

A utilização da queima no Brasil, direcionado à agricultura tem raízes seculares, desde a chegada dos portugueses passando pelo período do cultivo da cana-de-açúcar (forte uso do fogo) até os dias atuais, conservada ainda por alguns agricultores. Ao longo dos anos a ultimação da queimada no Brasil ao longo do tempo vem se tornando mais compreensiva por meio de órgãos responsáveis e de legislações na qual é permitido o uso da queima controlada. Mesmo com fiscalizações ainda existe casos onde trabalhadores insistem em fazerem o uso da queimada de forma irregular, trazendo riscos para as áreas de vegetações próximas.

O uso do fogo é disciplinado pela Portaria/IBAMA n. 231/88, de 08/08/1988, que regulamenta o Código Florestal Brasileiro. Apesar das regulamentações estabelecidas por órgãos nacionais como o IBAMA, citado anteriormente, agricultores acabam infringindo a lei e fazendo o uso do fogo pondo regiões de matas vizinhas em risco. A forma mais correta de controlar o fogo é fazendo o proveito do uso do aceiro. O aceiro é a maneira mais eficaz de se controlar o fogo. Carvalho, Sousa e Silva (2007) afirmam que:

Aceiros são faixas de terra capinada, mantida sem vegetação, localizada nas extremidades da roça e que separa a área que será preservada. A faixa parece muito uma estrada... Esta técnica é uma das mais eficientes e em todas as situações onde haja a necessidade do uso do fogo deve ser aplicada, porque serve de barreira para que o fogo não escape da roça. Aceiros facilitam o deslocamento na hora de colocar o fogo nos roçados... garantem também o acesso à área para tentar controlá-lo. (CARVALHO, SOUSA E SILVA, 2007, p. 12).

As principais causas das queimadas no Brasil estão relacionadas a casos simples como a limpeza mais rápida. Queimadas trazem inúmeras consequências, onde grande parte é direcionada ao solo, pois a ação do fogo está diretamente ligada a ele. A ação do fogo deixa o terreno sem cobertura vegetal deixando-o exposto a ações do vento e das chuvas.

Tendo em vista as ações do uso do fogo citadas anteriormente, assim como algumas de suas consequências na qual podemos apontar a devastação da natureza, posturas podem ser tomadas por órgãos públicos como o IBAMA, ou por programas relacionados a agricultura familiar e combates a incêndios. O uso das recomendações propostas deve ser seguido, juntamente com acompanhamento de profissionais nas futuras áreas de produções. Essas ações podem contribuir de maneira positiva para um esclarecimento daquele que está inserido dentro da agricultura familiar, sejam grandes ou pequenos agricultores.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi definido um recorte espacial das áreas a serem estudadas o Distrito de Rafael Arruda (Sobral- CE) e o Distrito de Santa Bárbara (Alcântaras-CE). O Distrito de Rafael Arruda localizado no norte do estado do Ceará situado a 45 Km da sede Sobral nas coordenadas geográficas aproximadas de 3°50'9''S, 40°40'4''W, limitado pelos municípios de Mucambo, Cariré e Coreaú, sendo constituído por quatorze vias públicas, três praças e por três povoados: Pedrinhas, Ouro-branco e Recreio.

O Distrito de Santa Bárbara, localizado dentro da cidade cearense de Alcântaras (cerca de 267 Km da capital Fortaleza), está situado nas coordenadas geográficas 3° 3' 07'' S, 40° 31' 34'' W. A cidade pertence ao grupo de 29 cidades da microrregião Sobral\Ibiapaba, tem seus limites municipais: Norte Meruoca, Moraújo e Massapê; Sul Coreaú e Sobral; Leste Meruoca; Oeste Moraújo e Coreaú.

Nestas regiões, foram realizadas visitas e registros fotográficos nas áreas destinadas a plantações de cunho familiar, assim como entrevistas com os donos destas plantações.

Outro meio de grande contribuição para essa pesquisa foi à utilização de documentos que tratam de assuntos relacionados à agricultura. A pesquisa de campo (registros fotográficos e entrevistas) foram de suma importância no aprofundamento da problemática, pois foi através dela que podemos compreender um pouco mais o ponto de vista dos agricultores em relações as técnicas adotadas pelo os mesmos. A pesquisa bibliográfica foi utilizada para dar uma visão mais ampla dentro do presente trabalho, além de dar uma maior ênfase no assunto trabalhado, como no caso dos desmatamentos e as queimadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A agricultura familiar desenvolvida em Rafael Arruda é similar a realidade Santa Bárbara em vários aspectos, desde a preparação do solo para plantio até o destino dado a produção final. Um dos ditos aspectos em que as localidades se assemelham é a prática do desmatamento, esta ação utilizada constantemente pelos pequenos agricultores, com a intenção de abrir espaço para o plantio, vem acompanhada de vários prejuízos ao meio ambiente. Sobre essa questão Pereira e Silva (2016, p. 4), argumentam que:

O desmatamento traz inúmeras consequências, dentre elas o comprometimento da biodiversidade, por causa da diminuição ou, mesmo, da extinção de espécies vegetais e animais. Percebe-se então que os impactos do desmatamento são enormes, compromete o clima do planeta, a intensidade e frequência das chuvas, leito e nascentes dos rios, a biodiversidade.

Ainda sobre o desmatamento contribuem Tavares; Mendonça; Costa e Tavares (2012, p. 224). “O desmatamento quando feito de maneira incorreta deixa a terra em estado que podemos chamar de terra nua, totalmente sem proteção, exposta à ação dos ventos e da chuva, que são os principais agentes de degradação do solo.” Nas figuras 1 e 2 é possível ver o preparo da área de plantio nos distritos estudados.

Figura 1: Área destinada ao plantio na localidade de Rafael Arruda.



Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Figura 2: Área destinada ao plantio na localidade Santa Bárbara, Alcântaras-CE.



Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

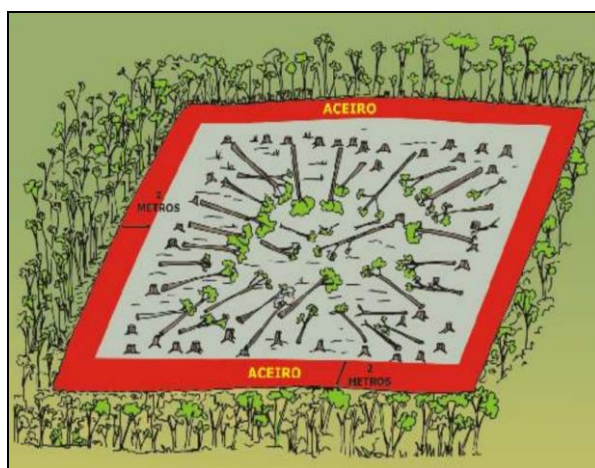
As figuras mostram uma área destinada ao plantio de grãos como milho, feijão. A madeira retirada após a broca será utilizada como forma de combustível, as partes mais finas da madeira denominadas pelos agricultores de “garranchos” serão consumidas pelo fogo no período de queimada.

Após a broca, que ocorre no período de estiagem, especificamente entre os meses de junho e julho, os agricultores destinam suas atividades à preparação do aceiro. O aceiro na descrição dos agricultores refere-se à retirada de toda vegetação existente ao redor da área que futuramente será “limpa” por meio da queimada. Esta ação tem como principal objetivo evitar o alastramento do fogo utilizado que poderia acabar prejudicando a vegetação de áreas vizinhas.

Aceiros são faixas de terra capinada, mantida sem vegetação, localizada nas extremidades da roça e que separa a área que será preservada. A faixa parece muito uma estrada... Esta técnica é uma das mais eficientes e em todas as situações onde haja a necessidade do uso do fogo deve ser aplicada, porque serve de barreira para que o fogo não escape da roça. Aceiros facilitam o deslocamento na hora de colocar o fogo nos roçados...garantem também o acesso à área para tentar controlá-lo. (CARVALHO; SOUSA E SILVA, 2007, p. 12).

Para que sejam eficazes os aceiros devem possuir aproximadamente cerca de dois metros para poderem evitar assim o alastramento do fogo. A seguir, na figura abaixo a ilustração apresenta a forma correta de construção do aceiro.

Figura 3: Forma correta de um aceiro.



Fonte: Técnicas de Prevenção de Fogo Acidental. Método Bom Manejo de Fogo para Áreas de agricultura Familiar, 2007.

Seguindo a cronologia de atividades realizadas pelos agricultores, após a formação do aceiro, começam os trabalhos destinados a queimada. Geralmente esta prática ocorre de maneira coletiva. Em Rafael Arruda os camponeses que possuem vínculos sociais uns com os outros, organizam-se de forma que contribuam uns com os outros durante o período das queimadas, assim diminuindo as chances do fogo se alastrar para as propriedades vizinhas.

A queimada não é a técnica mais segura e eficaz para limpeza de uma área a ser cultivada, pois são notórios os prejuízos que a mesma traz ao meio ambiente. É preciso, contudo, como afirmam Duarte e Barbosa (2009, p. 169):

[...] acompanhar a dinâmica da ocupação e utilização do solo é preciso dispor de técnica que facilitem a ordenação dessa ocupação e que sejam passíveis de tratamentos automatizados. Entre as técnicas estão os sistemas de informações geográficas (SIGs), os quais possibilitam combinações de informações provenientes de diferentes procedimentos tecnológicos, para a produção de novas informações em tomadas de decisões de contextos os mais diversificados. [...]

Na atmosfera suas agressões são direcionadas a camada de ozônio, pois libera dióxido de carbono (CO₂), um dos principais causadores do aquecimento global. Prejudica também, a fertilidade do solo, contamina rios e suas nascentes e destrói habitats.

Figura 4: Área pós queima em Santa Bárbara, Alcântaras – CE.



Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

A presente imagem mostra uma área de queimada no Distrito de Santa Bárbara o uso dessa técnica trás causas como a perda da vegetação nativa da área, o agravamento do solo e consequentemente a perda de nutrientes ali presente.

Nesse contexto, foram analisados os motivos pelos quais os agricultores ainda praticam estas ações. Um dos principais motivos é a falta de recursos financeiros para investir em práticas que não agredam o meio ambiente, como a utilização de tratores na limpeza do terreno.

O desmatamento e larga escala vem trazendo diferentes contrastes na paisagem em diversas regiões do Brasil e do mundo, contrastes esses que mostram fisionomias características de áreas desérticas. A desertificação é produto da diminuição de umidade no solo e o empobrecimento do mesmo, fatores estes que estão associados ao desmatamento irracional. Está problemática estar com maior presença na região nordeste do Brasil, mais especificamente na região do semiárido paraibano (DUARTE E BARBOSA, 2009).

Após as queimadas os lavradores dão um tempo de “descanso” para roça que se estende do final do período de seca até as primeiras chuvas. Esta pausa das atividades tem como principal intenção, deixar que os meios naturais como vento e chuva removam as cinzas que restaram da queimada. No Distrito de Santa Bárbara quando o solo está com o índice de umidade mais elevado e livre de cinzas os donos dos roçados com ajuda familiar, começam as atividades de plantio. Após o aparecimento dos primeiros brotos, surge a capina² que segundo agricultores se estendem até o período final de desenvolvimento dos grãos e legumes, assim dando lugar a colheita.

A produção final destina-se a sobrevivência dos agricultores e sua família, pois uma parte dela é armazenada para o consumo durante os períodos de estiagem, a outra é vendida para que com o lucro possa suprir suas necessidades que estão além das alimentares.

Todas estas ações citadas no decorrer deste trabalho fazem-se presentes na vida do agricultor anualmente às vezes com êxito em períodos de boas quantidades de chuvas ou com prejuízos em sua produção devido a poucas taxas de pluviosidade, assim afetando sua condição de vida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

² Serviço que remove a vegetação pela raiz, com intenção de conter seu crescimento.

Com a produção dessa pesquisa ficaram notórias as ações de pequenos agricultores nos distritos de Rafael Arruda e Santa Bárbara, desde o desmatamento até o destino dado à produção final. Algumas destas ações com certa preocupação com a natureza, já outras prejudicando a mesma, mas na realidade de vida do agricultor se tornam necessárias para sua sobrevivência e de sua família.

A princípio um dos desafios encontrados durante o período da pesquisa e se tornou bem claro nas entrevistas foi a resistência dos agricultores em relação a extinção das queimadas dentro da agricultura e a adoção de algum outro método de remoção das sobras do desmatamento feito pelo os mesmos.

A falta de conhecimento sobre como manusear o solo é notória, um possível projeto com investimentos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento fazendo um acompanhamento com pessoas capacitadas na área rural, no convívio com homens que trabalham no campo, ou seja, técnicos especializados na área de produção agrícola e meio ambiente poderiam contribuir com um melhor desenvolvimento da área cultivada e posteriormente diminuindo o uso das queimadas e impactos no solo, assim como também a devastação da natureza.

Agradecimentos

Agradeço imensamente a minha orientadora professora Analine Maria Martins Parente, por suas pontuações e observações incisivas durante a produção desse artigo.

Ao Rodrigo Vieira da Silva com suas contribuições para o desenvolvimento do presente artigo.

Ao meu amigo Jorge Luís com suas contribuições principalmente na parte da formatação e incentivo.

A Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) pela a oportunidade de desenvolver esse artigo. E a todos aqueles que estiveram envolvidos de maneira direta ou indireta.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, et. al. **Técnicas de Prevenção do Fogo Acidental. Método Bom Manejo de Fogo para Áreas de Agricultura Familiar.** Belém – Pará: IPAM, 2007.

FALCÃO SOBRINHO; et.al. (org.). **Natureza, Técnicas e produtividade no Semiárido.** Coleção Mossoroense, Edições Universitárias, 2012.

PEREIRA, F. C.; SILVA, E. D. R. **Percepção dos Alunos de 5º ano da Escola Taboca Motão:** sobre os Impactos e consequências de desmatamento e queimada para o Meio

Ambiente. Instituto Federal de Educação e Tecnologia do Maranhão. CONEDU, 2015.

SOUSA, L. M.; FIGUEIRÊDO, M. F.; BRAGA, P. E. T. **Levantamento quali-quantitativo da arborização urbana do distrito de Rafael Arruda, Sobral, CE.** Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba, v. 8, n. 3, p. 20, 2013.

DUARTE, S. M. A.; BARBOSA, M. P. **Estudos dos recursos naturais e as potencialidades no semi-árido, Estado da Paraíba.** Revista Brasileira de Geografia Física. v. 6, n. 3, p. 168-189, set/dez 2009.

LAMARCHE, H. **A agricultura familiar: comparação internacional, uma realidade multiforme.** Campinas: Unicamp, 1993.

SAVOLDI, A.; CUNHA, L. A. **Uma abordagem sobre a agricultura familiar, PRONAF e a modernização da agricultura no sudoeste do Paraná na década de 1970.** Revista Geografar, Curitiba, v. 5, n. 1, jan./jun. 2010.

OLÍMPIO, J. A., **Queimadas na agricultura**. Sinterpir 2013. Disponível em
<<http://www.sinterpi.org.br/artigos/queimadas-na-agricultura/>>. Acesso em 10 de dezembro.
2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em:
<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=230890&search=||infogr%E1ficos:informa%E7%F5es-completas>. Acesso em 15 de junho. 2019.