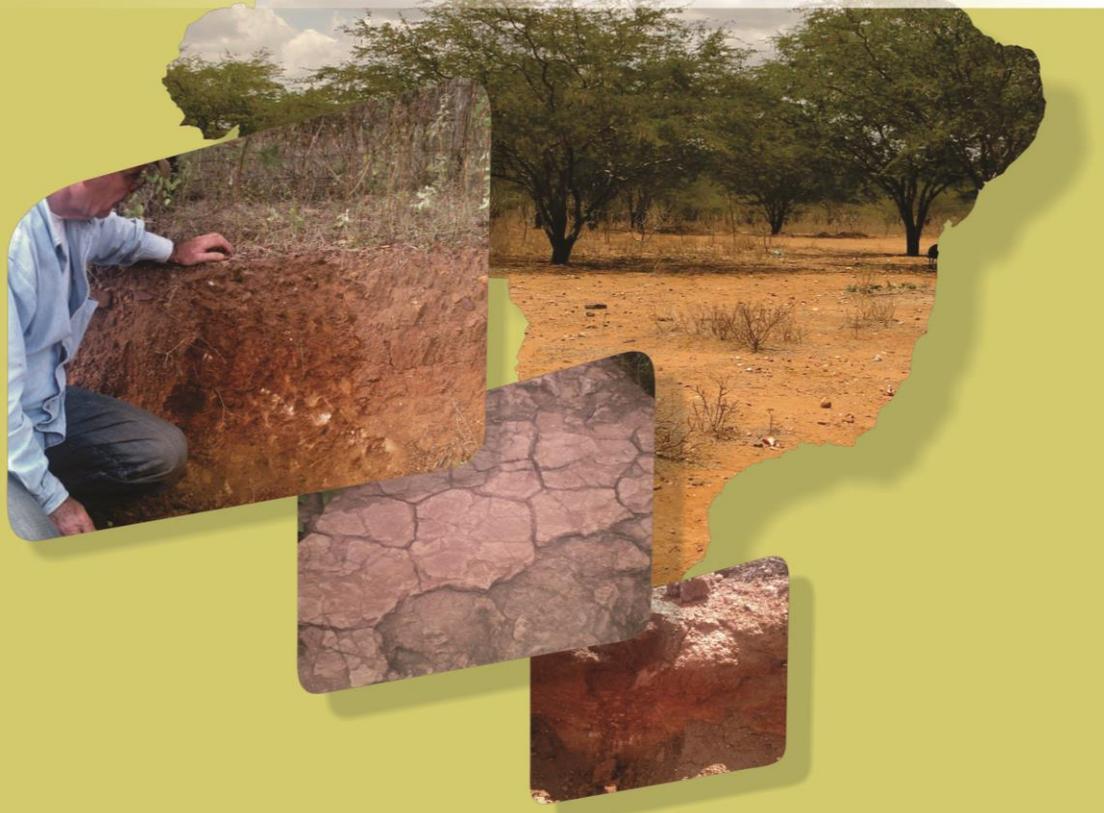


SOLOS

Estudo e Aplicações



PAULO ROBERTO MEGNA FRANCISCO
ROSEILTON FERNANDES DOS SANTOS
ADRIANA DE FÁTIMA MEIRA VITAL
RIVALDO VITAL DOS SANTOS

SOLOS

Estudo e Aplicações

S6897 Solos: estudo e aplicações/ Organizadores: Francisco et al.

— Campina Grande: EPGRAF, 2018.
126 f.: il. color.

ISBN: 978-85-60307-36-4

1. Ciência do solo. 2. Potencial pedológico. 3. Atributos do solo. I. Francisco, Paulo Roberto Megna. II. Santos, Roseilton Fernandes dos. III. Vital, Adriana de Fátima Meira. IV. Título.

CDU 631

Os capítulos ou materiais publicados são de inteira responsabilidade de seus autores.
As opiniões neles emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista do Editor responsável.
Sua reprodução parcial está autorizada desde que cite a fonte.

Editoração, Revisão e Arte da Capa

Paulo Roberto Megna Francisco

Conselho Editorial

Aline Costa Ferreira (CCTA-UFCG)

Djail dos Santos (CCA-UFPB)

Dermeval Araújo Furtado (CTRN-UFCG)

Eduardo Rodrigues Viana de Lima (CCEN-UFPB)

George do Nascimento Ribeiro (CDSA-UFCG)

Josivanda Palmeira Gomes (CTRN-UFCG)

João Miguel de Moraes Neto (CTRN-UFCG)

José Wallace Barbosa do Nascimento (CTRN-UFCG)

Lúcia Helena Garófalo Chaves (CTRN-UFCG)

Luciano Marcelo Fallé Saboya (CTRN-UFCG)

Paulo Roberto Megna Francisco (CCT-UEPB)

Soahd Arruda Rached Farias (CTRN-UFCG)

Virgínia Mirtes Alcântara (CTRN-UFCG)

Paulo Roberto Megna Francisco
Roseilton Fernandes dos Santos
Adriana de Fátima Meira Vital
Rivaldo Vital dos Santos
(Organizadores)

SOLOS

Estudo e Aplicações



epgraf
1.a Edição
Campina Grande-PB
2018

Realização

® Portal Tecnológico de Divulgação Científica

Eventos, Pesquisas e Inovação



Apoio



Universidade Federal
de Campina Grande



UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



EPGRAF
1.a Edição
Campina Grande-PB
2018

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	6
Capítulo 1.....	7
A CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICOS DO SOLO DA CULTURA DO CAJUEIRO ANÃO-PRECOCE NA REGIÃO SEMIÁRIDA.....	7
Capítulo 2.....	14
ALGODÃO HERBÁCEO (<i>Gossypium hirsutum</i>) E SEU POTENCIAL PEDOLÓGICO NO ESTADO DA PARAÍBA	14
Capítulo 3.....	24
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E MINERALÓGICA DE SOLOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS NAS REGIÕES DO AGRESTE E MATA PARAIBANA	24
Capítulo 4.....	33
CARACTERIZAÇÃO MACROMORFOLÓGICA DOS HORIZONTES SUPERFICIAIS E ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO NUMA TOPOSEQUÊNCIA DE SOLOS EM AREIA NA PARAÍBA	33
Capítulo 5.....	42
CRESCIMENTO DO GERGELIM (<i>Sesamum indicum</i> L.) SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SOLUÇÃO ORGANOMINERAL VIA FERTIRRIGAÇÃO.....	42
Capítulo 6.....	50
CULTIVO DO SORGO (<i>Sorghum bicolor</i>) E O POTENCIAL PEDOLÓGICO NO ESTADO DA PARAÍBA	50
Capítulo 7.....	60
ESTUDO DA FERTILIDADE DO SOLO EM FUNÇÃO DO RELEVO, EM ÁREAS DE AGRICULTURA FAMILIAR – AREIA, PARAIBA.....	60
Capítulo 8.....	66
INFLUÊNCIA DAS ADUBAÇÕES ORGÂNICA E MINERAL NA FAUNA EDÁFICA EM LUVISSOLO CULTIVADO COM GERGELIM.....	66
Capítulo 9.....	78
POTENCIAL PEDOLÓGICO PARA O CULTIVO DO FEIJÃO COMUM (<i>Phaseolus vulgaris</i>) NO ESTADO DA PARAÍBA	78
Capítulo 10	88
SOLOS E AGRICULTORES: SABERES LOCAIS	88
Capítulo 11	105
TONS DA TERRA E O USO DA GEOTINTA PARA POPULARIZAR A CIÊNCIA DO SOLO	105
Capítulo 12	117
VARIABILIDADE ESPACIAL DAS FRAÇÕES PRIMÁRIAS E AGREGADOS DE SOLOS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO.....	117
Curriculum dos Organizadores	126

APRESENTAÇÃO

Educação, Ciência, Tecnologia, Inovação e a Cultura Empreendedora tornaram-se forças econômicas, sociais e políticas essenciais para acelerar o desenvolvimento e transformação nas sociedades humanas. Deles dependem a eficiência produtiva, competitividade, renda, trabalho, qualidade de vida e bem-estar social. Mais que uma acumulação quantitativa de riqueza, o uso do conhecimento tecnológico, científico e das habilidades, instrumentos e competências produtivas transformam qualitativamente as sociedades e nações.

O estudo e a caracterização dos parâmetros físicos, químicos e pedológico do solo constituem uma metodologia de trabalho essencial na realização de levantamentos das composições vegetais, que ocorrem numa determinada área, que associado a conservação da biodiversidade, especificamente do bioma caatinga, se constituem um dos maiores desafios do conhecimento científico brasileiro, juntamente com a formação e o fortalecimento de pesquisadores na área.

A presente obra tem a intenção de divulgar trabalhos e pesquisas relacionadas aos solos, seus estudos e aplicações, como também incentivar os futuros engenheiros, pesquisadores, professores e pesquisadores a darem continuação em suas pesquisas com inovação, e posterior divulgação de seus trabalhos.

Diante destes desafios na melhoria do conhecimento, desejamos uma boa leitura a todos, com acréscimo do conhecimento.

Flávio Pereira de Oliveira

Dr. Prof. DSER/CCA/UFPB

Areia, abril de 2018

A CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICOS DO SOLO DA CULTURA DO CAJUEIRO ANÃO- PRECOCE NA REGIÃO SEMIÁRIDA

Silvanete Severino da Silva¹
Roberto Vieira Pordeus²
José Dantas Neto³
Cláudia Facini Reis⁴
Juarez Paz Pedroza⁵
Joaquim Odilon Pereira⁶

¹Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil, silvanete.h@hotmail.com

²Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Ambientais, Mossoró-RN, rvpordeus@gmail.com

³Professor da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, zedantas1955@gmail.com

⁴Bióloga, PhD em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste, Cascavel, PR. reisfc@gmail.com

⁵Professor da Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Campina Grande-PB, juarez@deag.ufcg.edu.br

⁶Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Ambientais, Mossoró-RN, jodilon@ufersa.edu.br

Introdução

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta largamente adaptada no nordeste do Brasil, por se tratar de uma planta economicamente viável nas diversas condições climáticas (SILVA et al., 2012). Segundo Araújo et al. (2014), a expansão dessa cultura em região semiárida se sustenta pela utilização de programas de melhoramento genético, como os clones de caju da espécie anão-precoce.

As espécies melhoradas garantem maior aproveitamento, visto que podem obter máxima produtividade até mesmo para plantio comercial de sequeiro no semiárido. A produção de clones de caju é recomendada para o mercado de amêndoa, sendo o também bastante utilizado os falsos frutos na indústria de polpa de frutas. No Piauí o clone de caju anão-precoce BRS 226, também chamado de Planalto, surpreendeu com produções de até 800 kg de castanhas por hectare (EMBRAPA, 2014).

O produto principal é a castanha do caju que possui grande aceitação no mercado externo. Nos últimos anos a produção caiu em virtude das chuvas abaixo da média histórica. Somente no Ceará, principal produtor brasileiro, possui área colhida de 376.0 mil ha⁻¹, com produção de 30.763 toneladas, isto, com precipitações negativa, porém garantindo exportação da amêndoa de US \$ 103 milhões de dólares (CONAB, 2017). Esses resultados corroboram com Carvalho et al. (2010); Sousa et al. (2010); Mion et al. (2012), ao afirmarem que a água, os nutrientes e os fatores de produção, são os que mais restringem a produção e consequentemente a renda (ABF, 2017).

Em 2009, a área plantada com cajueiro no Brasil era de 775.225 hectares, enquanto em 2016 esse espaço foi reduzido para 594.936 hectares, queda de quase 24%. No Ceará, maior Estado produtor do País, a redução foi de pouco mais de 4%, mas no Piauí a diferença foi de quase 55% a menos (ABF, 2017).

Nos últimos anos foram feitos diversos estudos sobre o seu crescimento (SILVA et al., 2013), diferentes regimes hídricos (MOREIRA & COSTA, 2013), salinidade (ALVES et al., 2013), com água de esgoto doméstico tratado (COSTA et al., 2012), porém há pouca informação quando se trata das características físico-hídricas do solo sob a influência da cultura do cajueiro anão-precoce.

As características físicas e hídricas do solo variam de acordo com as particularidades da região, entretanto, o manejo adequado ao solo facilita na melhoria de sua condição. Nesse sentido, solos quando manejados por diferentes preparos alteram-se em profundidade, aumentam a capacidade de armazenamento de água no solo, condutividade hidráulica entre outros parâmetros (SILVA et al., 2017).

Segundo Vasconcelos et al. (2014), a incorporação de matéria orgânica ao solo na forma de resíduos orgânicos melhora as propriedades físico-hídricas do solo. O conhecimento das alterações ocorridas nas propriedades dos solos em função do uso e o seu manejo admite importância prática, pois o entendimento dessas transformações pode fornecer elementos para a produção de culturas com

sustentabilidade. Contudo, o presente trabalho tem como objetivo verificar os atributos físicos-hídricos após a implantação da cultura do cajueiro anão-precoce em região semiárida.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida em campo localizado no município de Santana dos Matos no estado do Rio Grande do Norte, com coordenadas geográficas de 05° 32.007' sul e 35° 59.318' norte, apresentando altitude de 237m acima do nível do mar (Figura 1). A região pertence ao grupo clima tropical chuvoso, classificação Aw e o solo de origem Podzólico Vermelho amarelo Tb Eutrófico e textura arenosa média (PE). O clima da mesorregião em estudo, segundo a classificação de Köppen, é Aw e a região pertence ao grupo clima tropical chuvoso.



Figura 1. Localização das unidades demonstrativas de cajueiro anão-precoce em Santana do Matos - RN.

Os parâmetros climáticos da estação mais próxima de Santana do Matos situa-se em Florânia/RN (BDMEP - INMET) (Figura 2).

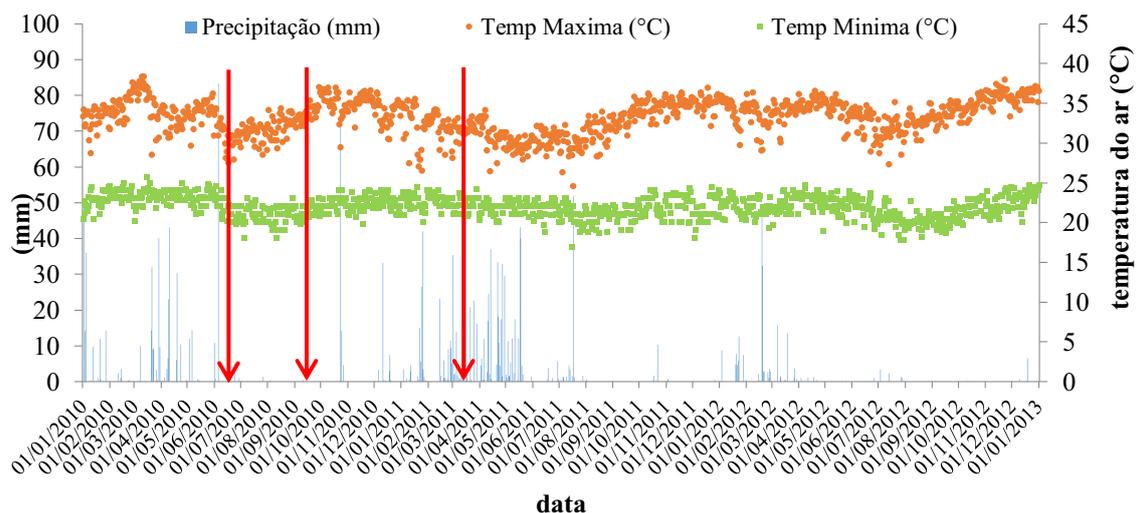


Figura 2. Parâmetros climáticos durante o período de amostragem em Florânia/RN. Fonte: BDMEP-INMET (2013).

O cajueiro anão-precoce foi implantado em campo no ano de 2010, numa área de assentamento produtora de caju, mandioca, feijão e outras leguminosas, a qual foi roçada manualmente e destocada. A cultura foi conduzida em condições de sequeiro, numa área de 1,0 ha, com plantas espaçadas entre 7 m de linhas e 6 metros entre plantas, totalizando 207 espécies. Os clones de cajueiro anão-precoce têm procedência da seleção de plantas da EMBRAPA - Agroindústria Tropical e do Banco do Nordeste do Brasil, que buscam a produção de castanhas e pedúnculo, conforme Figura 3.



Figura 3. Instalação do experimento em Santana do Matos: implantação das mudas (A); avaliação para determinação do diâmetro da copa (B); produção inicial do caju (C); e produção seis anos após a instalação.

Antes do plantio das mudas de cajueiros, e no ano de 2013, foram coletadas amostras deformadas e indeformadas de solo nas profundidades de 0-0,20; 0,20-0,40; e 0,40-0,60 m, com seis repetições, totalizando 18 amostras para cada época. O material coletado foi conduzido ao laboratório da Universidade Federal Rural do Semi-Árido Campus Mossoró, onde foram determinadas às propriedades físicas e químicas do solo (Tabela 1), conforme a metodologia descrita pela EMBRAPA (2011). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao caso, com duas diferentes épocas, três profundidades e seis repetições.

Tabela 1. Características física do solo Podzólico Vermelho amarelo Tb sob a cultura do cajueiro anão-precoce na região semiárida, Santana dos Matos – RN

Classificação	Época 1			Época 2		
	Profundidade (m)			Profundidade (m)		
	0 - 0,20	0,20 - 0,40	0,40 - 0,60	0 - 0,20	0,20 - 0,40	0,40 - 0,60
Areia Grossa	0,41	0,42	0,40	0,42	0,61	0,64
Areia Fina	0,10	0,12	0,15	0,26	0,22	0,15
Areia Total	0,51	0,54	0,55	0,68	0,83	0,79
Silte	0,05	0,06	0,06	0,05	0,08	0,06
Argila	0,44	0,40	0,39	0,27	0,09	0,15

Em cada avaliação foram realizadas as seguintes determinações: curva de retenção de água da água no solo, densidade do solo (D_s), porosidade total (PT), granulometria (macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), e densidade das partículas).

A porosidade total (PT), em $m^3 m^{-3}$, foi obtida pela relação entre a densidade do solo (D_s) e a densidade de partículas (D_p), conforme a equação 1.

$$PT = \left(1 - \frac{D_s}{D_p}\right) \quad (\text{Eq. 1})$$

Para a determinação da densidade do solo D_s (kg dm^{-3}), amostras indeformadas obtidas através do amostrador tipo Uhland, com anéis volumétricos em aço inox com 300mm de altura e 200mm o diâmetro. A micro porosidade M_i ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) foi obtida pelo teor de água retido no potencial matricial (-0,006 MPa), conforme (DANIELSON & SUTHERLAND, 1986). Enquanto que a macroporosidade M_a ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) foi determinada pela diferença entre a porosidade e a microporosidade. A capacidade de campo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), foi obtida como o teor de água retido no potencial matricial (-0,01 MPa), o ponto de murcha permanente ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), para o potencial de -1,5 MPa e a capacidade de água disponível foi realizada pela diferença entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente (PORTUGAL et al., 2010), isto é, ponto máximo e mínimo de armazenamento de água no solo.

A condutividade hidráulica saturada (KS) e os parâmetros da curva de retenção da água no solo em cada área foram definidos pelo ensaio de infiltração, realizados em todas as profundidades (HAVERKAMP et al., 1994), em que, foi calculado o tempo de infiltração no solo, variando o volume entre 70 a 250 mL, conforme a taxa de infiltração. A infiltração acumulada é obtida razão entre o volume acumulado e a área do infiltrômetro de anel simples, a qual corresponde a $0,018 \text{ m}^2$.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando os dados foram significativos (teste F), realizou-se à análise de regressão utilizando-se o software SISVAR (FERREIRA, 2014), com base na significância dos coeficientes de regressão a 1 e 5% de probabilidade e maior coeficiente de determinação (R^2); realizado com auxílio de planilhas eletrônicas do Excel.

Resultados e Discussão

A densidade do solo (D_s) foi significativamente maior na primeira época, enquanto que, a densidade das partículas (D_p) não apresentou diferença significativa no intervalo das épocas estudadas Tabela 2. O aumento de D_s ao longo do tempo ocasionou redução da porosidade total (PT) para todas as profundidades.

Tabela 2. Densidade do solo (D_s), densidade das partículas (D_p), porosidade total (PT) e macro (M_a) e micro (M_i) porosidade do solo Podzólico Vermelho amarelo Tb sob a cultura do cajueiro anão-precoce na região semiárida, Santana dos Matos – RN

Atributos	Profundidade (m)	Época 1	Época 2
D_s (kg dm^{-3})	0-0,20	1,02b	1,27a
	0,20-0,40	1,18b	1,32a
	0,40-0,60	1,14b	1,30a
D_p (kg dm^{-3})	0-0,20	2,62a	2,67a
	0,20-0,40	2,65a	2,69a
	0,40-0,60	2,59a	2,65a
PT ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	0-0,20	0,610a	0,527b
	0,20-0,40	0,621a	0,522b
	0,40-0,60	0,622a	0,526b
M_a ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	0-0,20	0,456a	0,375b
	0,20-0,40	0,346a	0,276b
	0,40-0,60	0,217b	0,284b
M_i ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	0-0,20	0,146a	1,64a
	0,20-0,40	0,166a	0,188a
	0,40-0,60	0,134a	0,234b

*Valores seguidos da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Por outro lado, a macroporosidade (M_a) reduziu nas duas primeiras camadas. Os resultados corroboram com Portugal et al. (2010), quando estudou as propriedades físicas e químicas de um Latossolo em áreas de sistemas produtivos. Os autores afirmam que a porosidade ideal se encontra a $0,50 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$ para que o solo apresente uma boa infiltração, retenção de água, aeração e crescimento radicular das plantas para o seu bom desenvolvimento.

Observa-se que, a porosidade na Época 2 ficou bastante próximas nas três profundidades, estando no estado ideal para o desenvolvimento das atividades biológicas do solo.

Ainda na Tabela 2, observa-se que a microporosidade (Mi) foi significativa na profundidade 40-60 cm, podendo estar associado a quantidade de argila e/ou diferenciação de quantidade de areia total. Segundo Matias et al. (2009), microporosidade maior pode estar relacionada à diminuição do carbono orgânico. Lima et al. (2014) conceituam a macro e micro porosidade como a quantidade dos domínios de poros mutuamente diferentes (estruturais e matriciais, respectivamente), justificando as profundidades superiores aumentarem a Ds em regiões de mata nativa, por exemplo.

A Figura 4 demonstrada atende ao modelo da equação quadrática e claramente polinomial com grau dois entre a macroporosidade (Ma) e a densidade do solo (Ds). Os valores de Ma e Ds da profundidade 0,40-0,60m na Época 1 indicaram o coeficiente de determinação igual a $R^2 = 0,9643$.

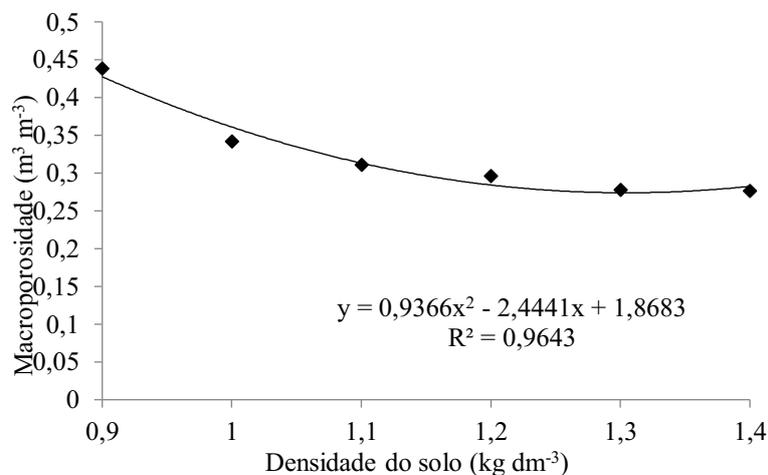


Figura 4. Relação entre a macroporosidade e a densidade do solo Podzólico Vermelho amarelo Tb sob a cultura do cajueiro anão-precoce na região semiárida, Santana dos Matos – RN.

Quanto às propriedades hídricas do solo, sendo elas, a condutividade hidráulica (Ks), a capacidade de campo (CC), o ponto de murcha permanente (PMP), a capacidade de água disponível (CAD) e a curva de retenção, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP), capacidade de água disponível (CAD) no solo Podzólico Vermelho amarelo Tb sob a cultura do cajueiro-anão-precoce na região semiárida, Santana dos Matos – RN

Atributos	Profundidade (m)	Época 1	Época 2
Ks (mm d ⁻¹)	0-0,20	12.012,5a	5.987,8a
	0,20-0,40	6.640,8a	4.562,3a
	0,40-0,60	5.856,8a	4.212,3a
CC (m ³ m ⁻³)	0-0,20	0,100b	0,164a
	0,20-0,40	0,136b	0,206a
	0,40-0,60	0,266a	0,212a
PMP (m ³ m ⁻³)	0-0,20	0,036a	0,036a
	0,20-0,40	0,036a	0,052a
	0,40-0,60	0,034a	0,064a
CAD (m)	0-0,20	0,062b	0,113a
	0,20-0,40	0,096b	0,124a
	0,40-0,60	0,062b	0,136a

*Valores seguidos da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A análise foi realizada com seis repetições, porém as variáveis não apresentaram influencia por valores extremos. Resultados semelhantes ocorreram com Lima et al. (2014), em que os autores recomendaram realizar-se-á o trabalho por média aritmética. Para os valores da condutividade hidráulica saturada, observa-se que a Época 1 apresentou valores superiores à Época 2, entretanto, as maiores diferenças foram nas profundidades de 0-0,20 e de 0,40-0,60 m. A Ks na profundidade 0-0,20m apresentou-se 75% (12.012,5 mm d⁻¹) maior que para a Época 2 (8.987,8 mm dia⁻¹) de retirada das amostras. De certo modo, essa diferença se explica pela quantidade que o solo já tinha armazenado de água e/ou por se tratar de uma época muito mais quente, com presença de fortes ventos que contribuiu para a perda da matéria orgânica, reduzindo a atividade biológica no solo.

Ao comparar os valores da água retida na capacidade de campo (CC) e capacidade de água disponível (CAD) no solo para as plantas, observa-se redução e que os valores não diferem entre si pelo teste. De certa forma, os resultados se explicam pelas condições climáticas das épocas que foram coletadas as amostras. Em que, à Época 1, apesar de não ter a cultura do cajueiro implantada, havia presença de vegetação nativa. Por outro lado, na Época 2, o solo estava extremamente seco, em virtude das baixas chuvas na região.

Conclusão

A cultura do cajueiro anão-precoce influenciou nos atributos físicos do solo, em que, houve aumento da densidade do solo, proporcionando redução na porosidade total e na macroporosidade na Época 2.

Quanto à classificação do solo, houve diferença entre as frações areia, silte e argila no espaço temporal.

Os resultados evidenciaram que a porosidade se manteve na média nas três diferentes profundidades após a instalação do cajueiro anão-precoce.

Referências

- ALVES, F. A. L.; PONTE, L. F. A.; SILVA, S. L. F.; MAIA, J. M.; SILVEIRA, J. A. G. da. Germinação e estabelecimento de plântulas de cajueiro-anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) em função da salinidade. *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.8, n.2, p.197-204, 2013.
- ABF. Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2017. Disponível em: <http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-fruticultura-2017/files/assets/basic-html/page42.html> >. Acesso em: 27 de fev. 2018.
- ARAÚJO, L. F. de; LIMA, R. E. M.; COSTA, L. de O. da; SILVEIRA, E. M. de C.; BEZERRA, M. A. Alocação de íons e crescimento de plantas de cajueiro anão-precoce irrigadas com água salina no campo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*. v.18, 2014.
- CARVALHO, J. A.; KOETZ, M.; SOUSA, A. M. G.; SOUZA, K. J. Development and yield of yellow passion fruit irrigated under different irrigation in greenhouse and natural. *Agricultural Engineering*, v.30, n.5, p.862-874, 2010.
- CONAB - SUREG/CE - GEDES/SEDEM. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_09_14_35_39_cajucultura_no_ceara_-_2017.pdf>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2018.
- COSTA, L. R.; GUERGEL, M. T.; ALVES, S. M. C.; MOTA, A. F.; AZEVEDO, J. de; ALMEIDA, J. P. N. de. Crescimento de mudas de cajueiro anão-precoce irrigado com efluente doméstico tratado. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.7, n.3, p.421-426, 2012
- DANIELSON, R. E.; SUTHERLAND, P. L. POROSITY. In: KLUTE, A. (Ed.). *Methods of soil analysis: Physical and mineralogical methods*. Madison, American Society of Agronomy, p.443-461, 1986.
- DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. *Manual de métodos de análises de solos*, 2. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p. (Documentos/Embrapa Solos; 132).
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Pequeno notável, cajueiro anão-precoce é produtivo após três anos de seca. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2361282/pequeno-notavel-cajueiro-anao-precoce-e-produtivo-apos-tres-anos-de-seca>> Acesso em: 24 de fevereiro de 2018.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência*, v.38, n.2, p.109-112, 2014,
- HAVERKAMP, R.; ROSS, P. J.; SMETTEM, K. R. J.; PARLANGE, J. Y. Three-dimensional analysis of infiltration from the discinfiltrometer. 2. Physically based infiltration equation. *Water Resources Research*, v.30, n.11, p.2931-2935, 1994.
- LIMA, J. R. de S.; SOUZA, E. S. de; ANTONINO, A. C. D.; SILVA, I. de F. da; CORRÊA, M. M.; LIRA, C. A. B. de O. Atributos físico-hídricos de um Latossolo Amarelo cultivado e sob mata nativa no Brejo Paraibano. *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.9, n.4, p.599-605, 2014.
- MATIAS, S. S. R.; BORBA, J. A.; TICELLI, M.; PANOSSO, A. R.; CAMARA, F. T. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes usos. *Revista Ciência Agrônômica*, v.40, n.3, p.331-338, 2009.

- MION R. L.; SOUSA, B. M.; CORDEIRO I. M.; SOMBRA W. A.; DUARTE, J. M. DE L.; LUCAS, F. C. B. Calibration of the angles of the nozzles and spray deposition of an air-assisted sprayer in the culture of cashew tree. *Engenharia Agrícola*, v.32, n.4, p.802-809, 2012.
- MOREIRA, O. da C.; COSTA, R. N. T. Resposta do cajueiro anão-precoce a diferentes regimes hídricos. *Irriga*, v.18, n.1, p.223-231, 2013.
- PORTUGAL, A. F.; COSTA, O. D' A. V.; COSTA, L. M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da zona da mata mineira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, n.2, p.575-585, 2010.
- SILVA, S. S. da; PORDEUS, R. V.; MARQUES, G. V.; TORRES, M. M.; PEREIRA, J. O. Estimativas de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no melhoramento do cajueiro anão-precoce pelo procedimento reml/blup. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, v.8, n.15, p.867, 2012.
- SILVA, S. S. da; PORDEUS, R. V.; PEREIRA, J. O.; DANTAS NETO, J.; BEZERRA, J. M. Estimativa de parâmetros genéticos do cajueiro anão-precoce em um solo arenoso pelo procedimento reml/blup. *Revista Verde*, v.8, n.3, p.41-51, 2013.
- SOUSA, A. E. C.; BEZERRA, F. M. L.; SOUSA, C. H. C.; SANTOS F. S. S. Productivity of melon under irrigation and potassium fertilization. *Agricultural Engineering*, v.30, n.2, p.271-278, 2010.
- VASCONCELOS, R. F. B. de; SOUZA, E. R. de; CANTALICE, J. R. B.; SILVA, L. S. Qualidade física de Latossolo Amarelo de tabuleiros costeiros em diferentes sistemas de manejo da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.18, n.4, 2014.
- SILVA, S. da S.; PORDEUS, R. V.; DANTAS NETO, J.; REIS, C. F. dos; CUNHA, R. R. da. Atributos físico-hídricos do solo sob a cultura do cajueiro anão-precoce na região semiárida. **In: Inovagri Internacional MEETING**, 4, 2017, Fortaleza. Anais...Fortaleza, 2017.

ALGODÃO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*) E SEU POTENCIAL PEDOLÓGICO NO ESTADO DA PARAÍBA

Paulo Roberto Megna Francisco¹

Djail Santos²

Iêde de Brito Chaves³

¹Pós-Doutor em Ciência do Solo, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, paulomegna@gmail.com.br

²Dr. em Ciência do Solo, Prof. Titular Dep. de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Areia-PB, santosdj@cca.ufpb.br

³Prof. Dr. Visitante, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, iedebchaves@hotmail.com

Introdução

O planejamento agrícola como preceito da política ambiental se constitui num instrumento de fundamental importância no processo de gestão do espaço rural e da atividade agropecuária. Este quando bem aplicado racionaliza as ações, tornando-se instrumento de sistematização de informações, reflexão sobre os problemas e especulação de cenários potenciais para o aproveitamento dos recursos naturais (FRANCISCO, 2010). Neste sentido o diagnóstico da vocação da área a ser planejada é de fundamental importância para o embasamento de propostas coerentes e consistentes do ponto de vista técnico e sócio ambientalmente sustentáveis, o que em suma, propuseram Marques et al. (2010).

Como metodologia para se avaliar as potencialidades da terra no Brasil pode se destacar o sistema de Classificação da Capacidade de Uso das Terras (LEPSCH et al., 1983) e o de Aptidão Agrícola das Terras, de Ramalho Filho e Beek (1995). De acordo com Calderano Filho et al. (2007), estes têm como ponto de partida as unidades de mapeamento oriundas dos levantamentos pedológicos, em que a interpretação e a avaliação da aptidão é feita considerando-se grupos ou tipos de utilização das terras. Esses sistemas posicionam as terras mediante a sua adaptabilidade à um determina tipo de utilização, levando em consideração também, possibilidades de melhoramento e de seus custos, visando a otimização da produção agrícola e a proteção conservacionista das terras.

Para Ballesterio (2000), corroborado por Silva et al. (2013), conhecer, caracterizar e espacializar os potenciais e as restrições dos ambientes, numa escala adequada, possibilita a racionalização da ordenação dos espaços, a base do planejamento conservacionista das terras das propriedades rurais; o que visa reduzir os efeitos da degradação dos recursos solo, água, vegetação e da fauna.

Mapas pedológicos em escalas generalizadas, englobando todo um território, permitem a visualização de grandes áreas, abrangendo a distribuição espacial e a variação existente na população dos solos, constituindo documentos importantes na caracterização dos recursos, na orientação de planejamentos regionais do uso da terra (ROSSI & OLIVEIRA, 2000).

A principal exigência para se estabelecer o potencial de uso de um solo decorre de um conjunto de interpretações do próprio solo e do meio onde ele se desenvolve (RANZINI, 1969). Tais interpretações pressupõem a disponibilidade de certo número de informações preexistentes, que têm que ser fornecidas por levantamentos apropriados da área de trabalho, ou de levantamentos pedológicos pré-existent. Para que as informações contidas nos levantamentos sejam melhores utilizadas, é necessário a partir destes levantamentos, sejam compostos mapas temáticos interpretativos baseados nos critérios da classificação técnica, como recomendado por Ramalho Filho e Beek (1995).

Para Francisco et al. (2012), o avanço da tecnologia da informação, a disponibilização de imagens de satélite em altas resoluções e de programas computacionais para a análise ambiental tem propiciado um grande avanço nos estudos relacionados à gestão dos recursos naturais. Neste contexto, o geoprocessamento surge como uma disciplina que utiliza um conjunto de técnicas matemáticas e computacionais, na forma de programas, os sistemas de informações geográficas, que possibilitam combinações de informações provenientes de diferentes procedimentos tecnológicos, gerando novas informações, que auxiliam a tomada de decisões, em contextos os mais diversos (DUARTE & BARBOSA, 2009).

O cultivo do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*) se constituiu uma atividade de grande importância socioeconômica para a região Nordeste, principalmente no semiárido, permitindo renda ao produtor, seja na oferta de matéria prima para a indústria têxtil e oleaginosa, seja na geração de empregos e renda, onde foi explorada por pequenos e médios agricultores. A produção de algodão ainda poderá vir a ser uma atividade importante para agricultura familiar no semiárido, devido suas características de resistência à seca (CARMONA et al., 2005).

O algodão é uma planta de origem tropical e é cultivado economicamente em países subtropicais acima da latitude de 30°N até 30°S. É considerada uma planta com elevada capacidade de resistência à seca, apesar de apresentar metabolismo fotossintético do tipo C3. Este considerado ineficiente, pois apresenta uma elevada taxa de fotorrespiração, ocasionando uma redução substancial do coeficiente fotossintético, o que, segundo Beltrão (2006) pode comprometer cerca de 38% da fotossíntese (ROSOLEM, 2007).

Seu crescimento é marcado por uma complexa morfologia, em que órgãos vegetativos e reprodutivos se desenvolvem simultaneamente, dificultando o monitoramento do seu crescimento em resposta a alterações climáticas. Para alcançar altas produtividades e qualidade de fibra o algodoeiro requer boa disponibilidade de água e temperaturas adequadas, sendo imprescindível a avaliação das condições de solo, temperatura e pluviosidade antes do plantio (TENNAKON & MILROY, 2003).

De acordo com Jacomine et al. (1975), o algodoeiro não tolera solos ácidos devendo se proceder calagem em solos com pH abaixo de 5,3. Tolerar, entretanto alcalinidade até pH 8. A faixa mais indicada para seu cultivo está entre 5,5 e 7,0. O elemento mais exigido pela cultura é o fósforo, seguindo em menor escala pelo nitrogênio e o potássio. Vale ressaltar que solos muito ricos em matéria orgânica provocam um grande desenvolvimento vegetativo da planta, com prejuízo para a produção de fibra. Ainda de acordo com os autores, o algodoeiro herbáceo é planta relativamente exigente, preferindo solos de fertilidade média a alta, profundos ou de profundidade mediana, suficiente para o perfeito desenvolvimento da sua raiz pivotante.

Pode ser cultivado em solos de textura variada, desde arenosos até argilosos, devendo sempre se levar em consideração que a planta se desenvolve melhor em solos com média a alta capacidade de retenção de água disponível as plantas. Os solos muito arenosos apresentam baixa capacidade de retenção de água e os argilosos, em regiões de alta pluviosidade, podem prejudicar a cultura por encharcamento. Solos com drenagem má ou imperfeita por camada impermeável ou lençol freático alto são impróprias para o algodoeiro. A topografia acidentada é um dos fatores limitantes para a lavoura algodoeira, que pelo seu sistema de cultivo, exigindo tratamentos culturais frequentes para a eliminação de ervas daninhas, favorece grandemente à erosão. As áreas de relevo movimentado e muito suscetíveis à erosão são, portanto, impróprias. Além do mais, a topografia fortemente ondulada não permite a mecanização da qual depende o sucesso econômico da cultura. Foram consideradas próprias para o cultivo do algodoeiro herbáceo em áreas com relevo de plano a ondulado, admitindo declividades máximas de 10% para solos arenosos e 20% para solos argilosos de boas condições físicas (JACOMINE et al., 1975).

Este trabalho objetiva resgatar em meio digital, informações do Zoneamento Agropecuário da Paraíba referente à cultura do algodão herbáceo, reelaborando os mapas temáticos a partir dos dados interpretativos apresentados no boletim técnico, além de propor uma reclassificação e mapeamento do potencial produtivo das terras da Paraíba para esta cultura.

Material e Métodos

A área de estudo compreende o Estado da Paraíba que apresenta uma área de 56.372 km² e está localizado entre os paralelos 6°02'12" e 8°19'18"S, e meridianos de 34°45'54" e 38°45'45"W (FRANCISCO, 2010).

O clima é caracterizado por temperaturas médias elevadas, variando entre 22 a 30°C, uma amplitude térmica anual muito pequena, em função da baixa latitude e da altitude com elevação quase sempre inferiores a 700m. A precipitação varia entre 400 a 800mm anuais, nas regiões interiores semiáridas, e no Litoral mais úmido, onde pode ultrapassar os 1.600mm (VAREJÃO-SILVA et al., 1984). O uso atual e a cobertura vegetal caracterizam-se por formações florestais definidas como caatinga arbustiva arbórea aberta, caatinga arbustiva arbórea fechada, caatinga arbórea fechada, tabuleiro costeiro, mangues, mata-úmida, mata semidecidual, mata atlântica e restinga (PARAÍBA, 2006).

Os solos da área de estudo apresentados na Figura 2, estão descritos no boletim do Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978), e diferem pela diversidade geológica, pedológica

e geomorfológica; como também pelos atributos dos solos relacionados a morfologia, cor, textura, estrutura, declividade, pedregosidade dentre outros, como observou Francisco (2010).

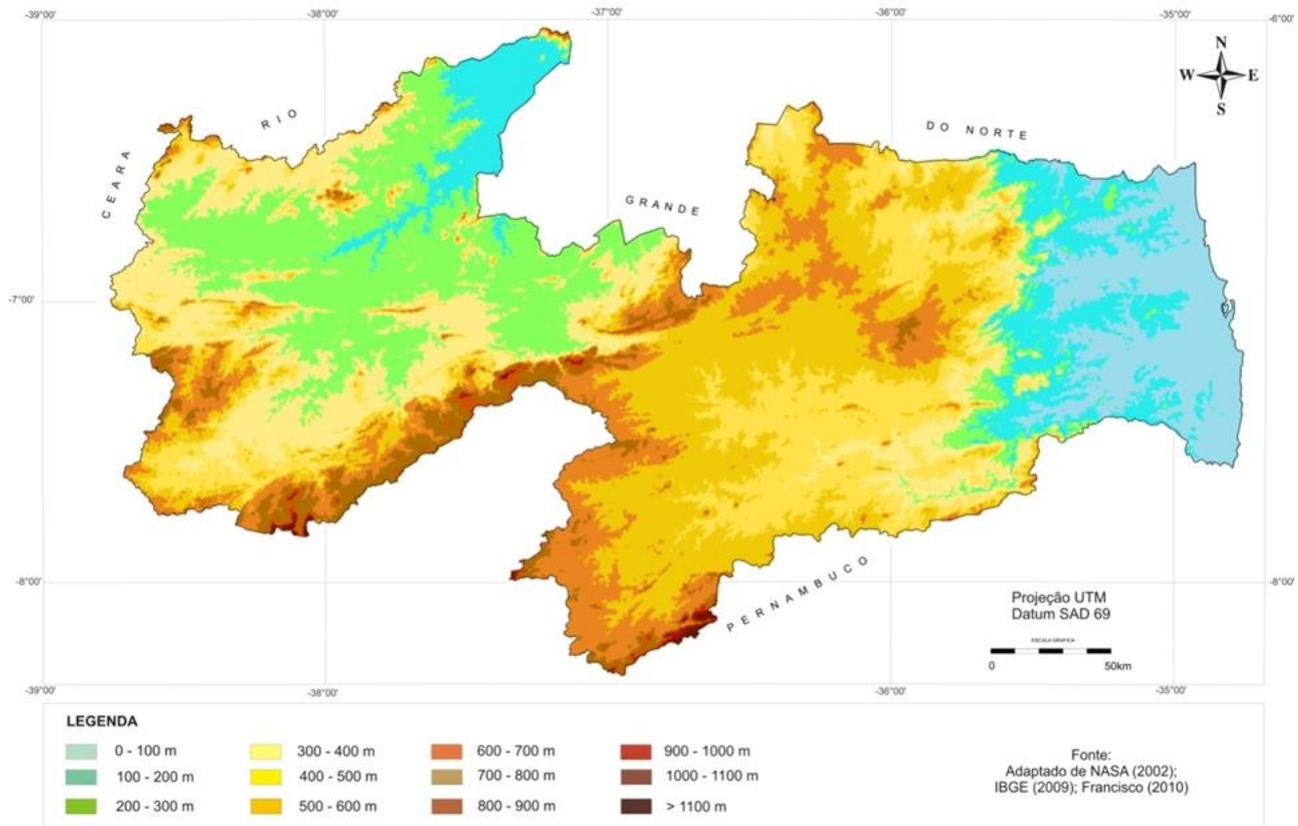


Figura 1. Hipsometria do Estado da Paraíba. Fonte: Francisco et al (2014).

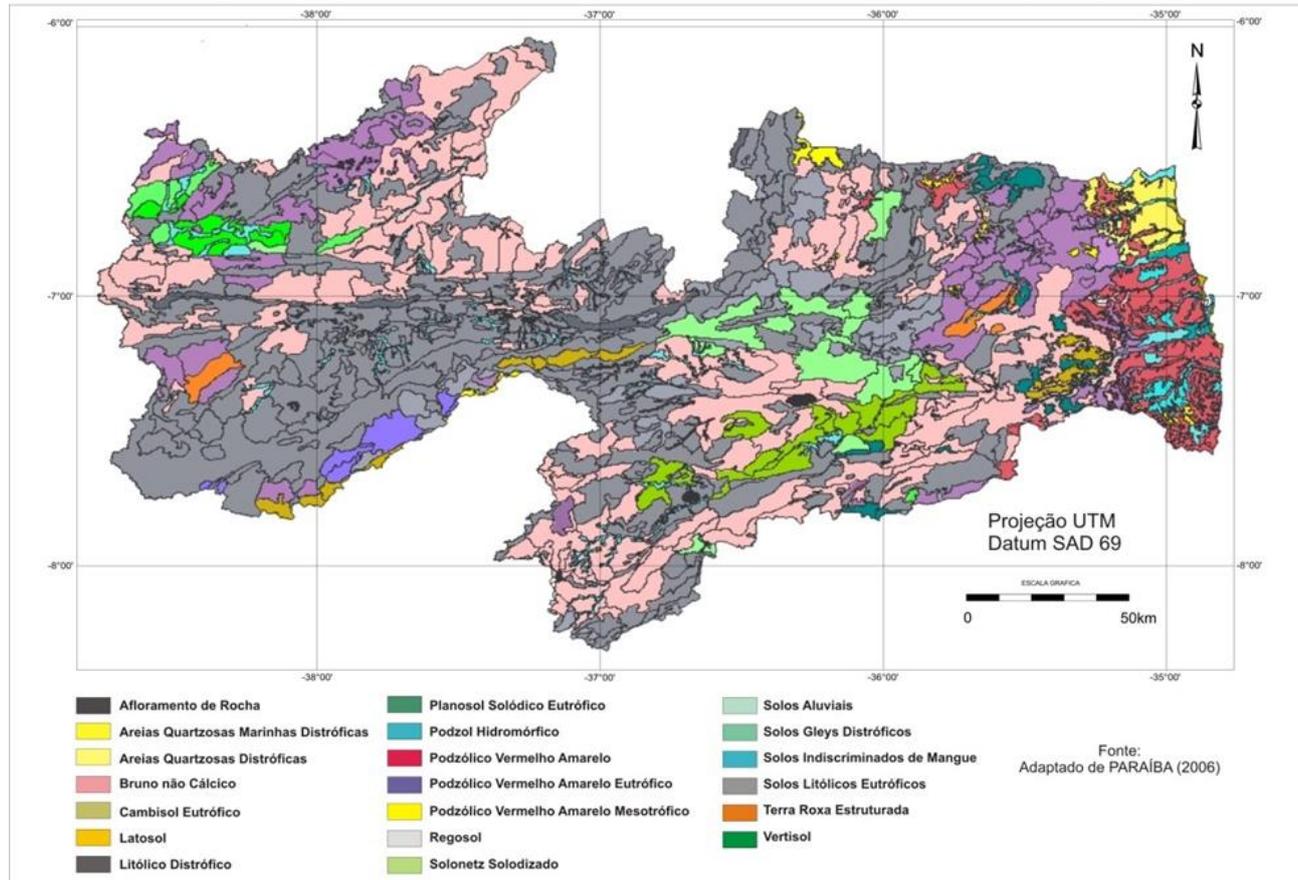


Figura 2. Solos do Estado da Paraíba. Fonte: Francisco et al. (2013).

Da interpretação dos dados pedológicos, as classes de capacidade de uso dos solos da Paraíba apresentadas na Figura 3, foram determinadas segundo os critérios originalmente propostos por Lepsch et al. (1991), adaptados na forma de chave interpretativa dos atributos da terra, que são descritas no Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978). Por esta classificação as alternativas de uso estão limitadas pelo grau e pela natureza das restrições, impostos por um ou mais atributos da terra, levado em conta também a possibilidade de melhorias da terra, pela adoção de práticas conservacionistas, que compreendem além das práticas de controle da erosão, as complementares de melhoramento do solo.

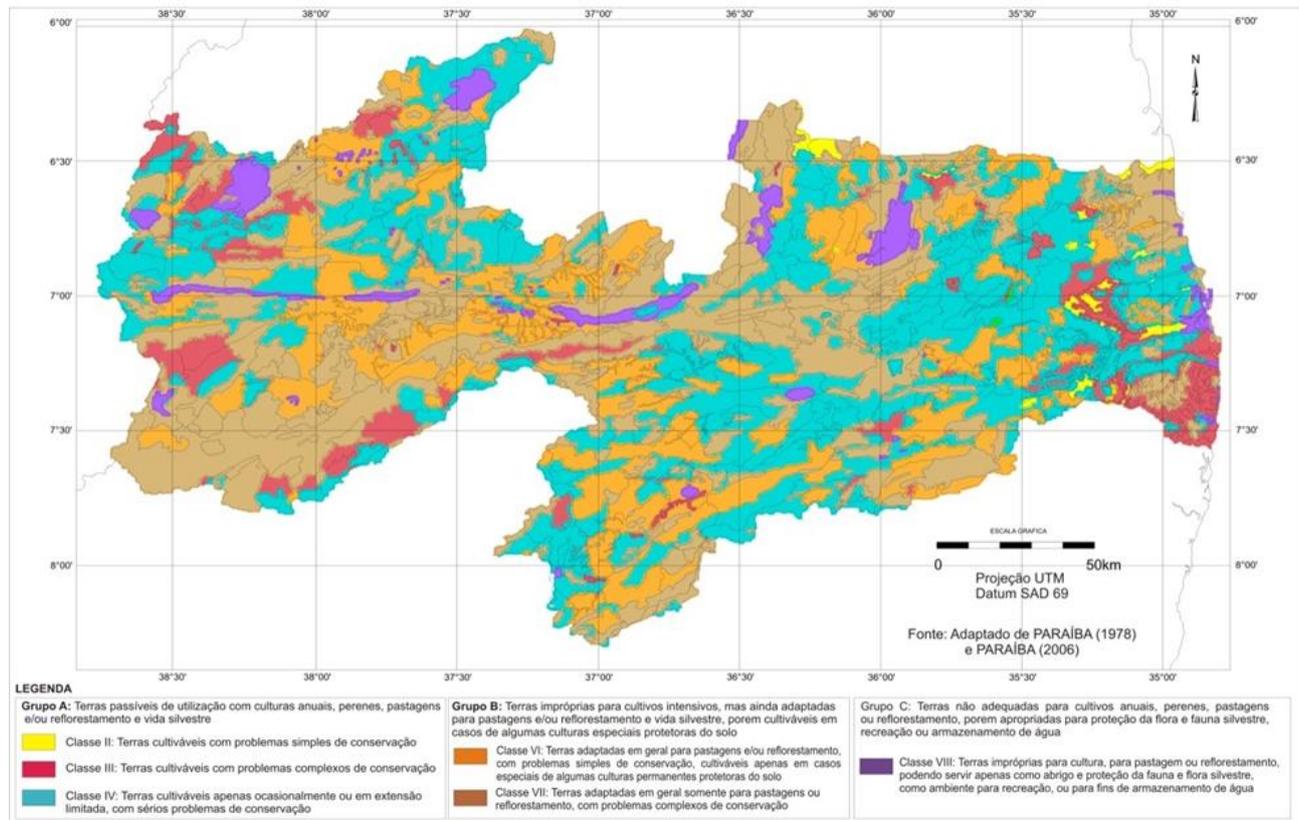


Figura 3. Classe de capacidade de uso dos solos do Estado da Paraíba. Fonte: Francisco et al. (2013).

Pela quantificação das classes de capacidade de uso apresentada na Tabela 1, pode se observar que as terras do Grupo A, que correspondem as classes I a IV, terras aptas para culturas anuais, totalizam 47,3% da área total do Estado, contudo, quase 76% deste total são terras da classe IV, a uso mais restrito a este tipo de cultivo. As terras do Grupo B, que compreendem as classes V, VI e VII, apropriadas para cultivos perenes e de pastagens, abrange 49,72% da área total. Enquanto que as terras do Grupo C, relativas a classe VIII, terras impróprias ao uso agrícola, ocupam apenas 3,0% da área do Estado.

Tabela 1. Distribuição das classes de capacidade de uso das terras do Estado da Paraíba

Grupos	Classe de capacidade de uso	Área		
		(km ²)		%
A	II	817,1	1,5	47,3
	III	5.586,3	9,9	
	IV	20.229,3	35,9	
B	VI	11.379,1	20,2	49,7
	VII	16.650,6	29,5	
C	VIII	1.709,6	3,0	3,0
Total		56.372,0	100,0	100,0

Neste trabalho para elaboração do mapa do potencial pedológico foi utilizado como base cartográfica, os arquivos montados por Francisco et al. (2014), elaborados no software SPRING 5.2.2 na

projeção UTM/SAD69, que contém o mapa digital de solos do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PARAÍBA, 2006), atualizado em seus limites conforme (IBGE, 2009).

Para representação do mapa de classe de capacidade de uso da terra, adotou-se a interpretação realizada no Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978) atribuindo-se às classes de capacidade de uso as cores da legenda conforme o manual de Lepsch et al. (1996).

No estabelecimento do potencial pedológico aplicado no zoneamento da cultura do algodão herbáceo (PARAÍBA, 1978), as terras foram classificadas de acordo com o grau de adaptabilidade ao desenvolvimento da cultura, para um nível de manejo desenvolvido. Neste é admitido à aplicação mais ou menos intensiva de capital e um razoável nível de conhecimentos técnico especializado, para a melhoria das condições dos solos e das culturas, que incluem tração motorizada e técnicas de correção e adubação recomendadas pela pesquisa agrícola.

Na interpretação para a cultura do algodão herbáceo (Figura 4) as terras foram agrupadas em Classes de Aptidão, subdivididas em Categorias, procurando-se representar conjuntamente as potencialidades das associações dos solos, componentes de cada uma das unidades de mapeamento.

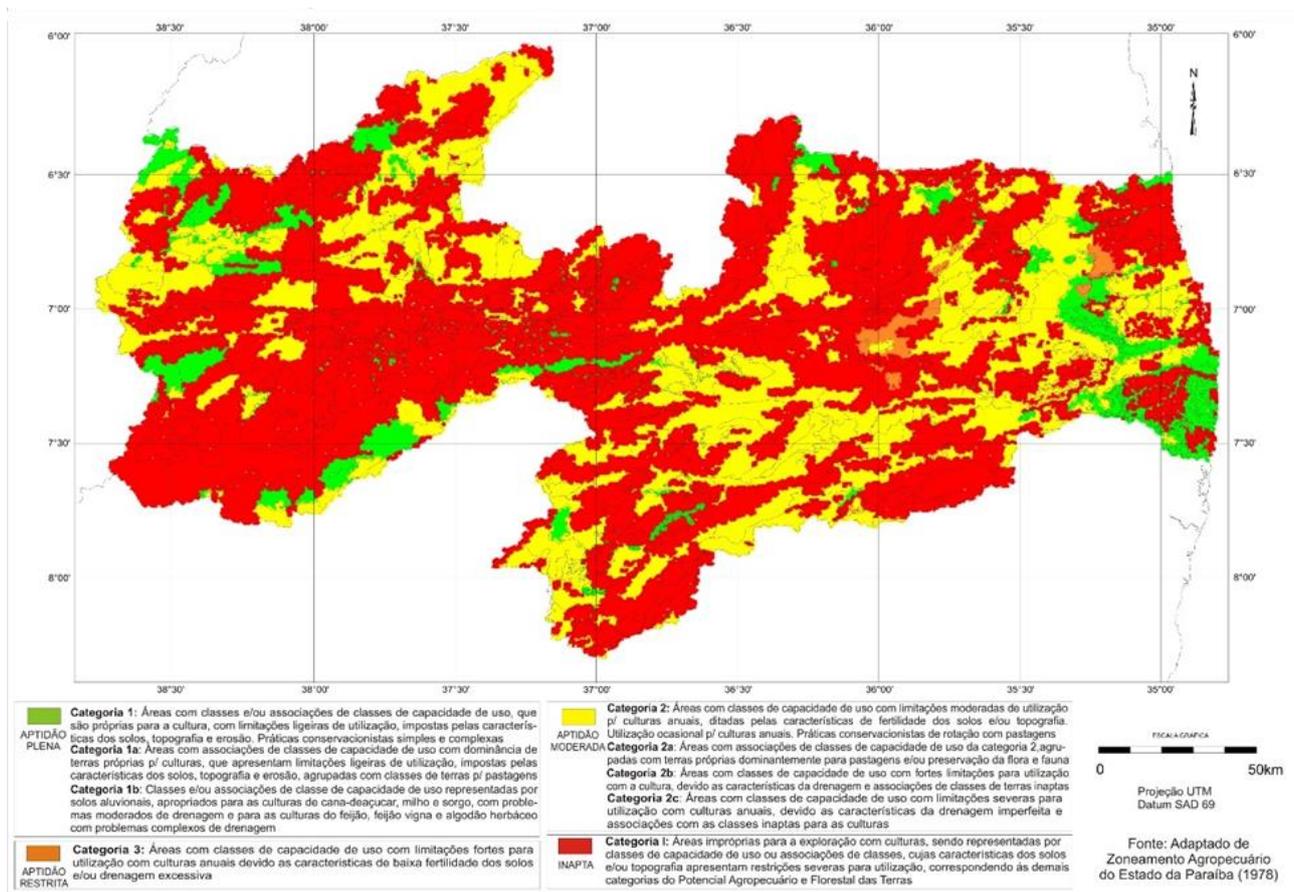


Figura 4. Aptidão Edáfica dos solos do Estado da Paraíba para a cultura do algodão herbáceo.

Fonte: Adaptado de Paraíba (1978).

Sendo assim, foram descritas:

- Aptidão Plena (Categoria 1): áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso, que são próprias à cultura com limitações nula à ligeira de utilização, impostas pelas características dos solos, topografia e erosão. Estas correspondem as terras do grupo A: as subclasses II2 a II7, III1 a III15. E do grupo B: as subclasses II8, III16 e III18.

- Aptidão Plena (Categoria 1a): áreas com associações de classes de capacidade de uso com dominância de terras próprias para culturas, que apresentam limitações ligeiras de utilização, impostas pelas características dos solos, topografia e erosão. Correspondem ao Grupo C do potencial das terras: as subclasses III30, III32 a III42. E do grupo C1: as subclasses II9, III19, III20, III22, III25 a III28.

- Aptidão Plena (Categoria 1b): áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso representada por solos aluvionais, apropriados para as culturas com problemas moderados e/ou

complexos de drenagem. Correspondem ao grupo E do potencial das terras, que compreende terras das subclasses II1, III10, III21, III31 e III105.

- Aptidão Moderada (Categoria 2): áreas com classes de capacidade de uso com limitações moderadas para utilização com a cultura, devido as características de fertilidade e/ou topografia. Correspondem ao grupo D1 do potencial das terras, correspondendo as subclasses: IV1 a IV5, IV9 e IV10.

- Aptidão Moderada (Categoria 2a): áreas com associações de classes de capacidade de uso do grupo D1 do potencial das terras. Correspondendo as subclasses: IV6, IV7, IV11 a IV21.

- Aptidão Moderada (Categoria 2b): áreas com classes de capacidade de uso com fortes limitações para utilização com a cultura devido às características de drenagem e associações de classes de terras inaptas para a cultura. Correspondem ao grupo D2 do potencial das terras. Compreendendo as subclasses: IV85, IV86, IV89 a IV104.

- Aptidão Moderada (Categoria 2c): áreas com classes de capacidade de uso com limitações severas para utilização com a cultura devido às características de drenagem imperfeita e associações de classes de terras inaptas para a cultura. Correspondem ao grupo F do potencial das terras. Compreendendo as subclasses: III17, III24, III29, IV22 a IV80.

- Aptidão Restrita (Categoria 3): áreas com classes de capacidade de uso com fortes limitações para utilização com a cultura, devido as características de baixa fertilidade do solo e/ou da drenagem excessiva. Correspondem aos grupos D2 do potencial das terras, as subclasses IV81 a IV84; ao grupo F, a subclasse IV8 e ao grupo G1, a subclasse VI9.

- Classe I (Inapta): áreas impróprias para a exploração com a cultura, sendo representada por classes de capacidade de uso ou associações de classes cujas características dos solos e/ou topografia apresentam restrições severas para utilização, correspondendo as demais categorias do Potencial das Terras.

Como forma final de apresentação, foi reelaborado o mapa do potencial pedológico para cultura do algodão herbáceo, seguindo a padronização de classes proposta por Marques et al. (2012). Nesta proposta, adotada em trabalho semelhante para o Estado de Alagoas, as classes de aptidão acima foram reagrupadas em cinco classes, de acordo com a seguinte correspondência:

Potencial pedológico Muito Alto = Classe 1 (Aptidão Plena); Alto = Classe 1a e 1b (Aptidão Plena); Médio = Classe 2, 2a, 2b e 2c (Aptidão Moderada); Baixo = Classe 3 (Aptidão Restrita); Muito Baixo = Classe I (Inapta).

Resultados e Discussão

O mapa de Potencial pedológico para a cultura do algodão herbáceo é apresentado na Figura 5, onde pode se observar que não foi identificada a classe de terras com Potencial Muito Alto para a cultura do algodão (Tabela 2).

Tabela 2. Distribuição das classes do potencial pedológico da cultura do algodão herbáceo

Classes do Potencial Pedológico	Área	
	(km ²)	(%)
Muito Alta	0,0	0,0
Alta	5.693,6	10,1
Média	19.448,3	34,5
Baixa	507,4	0,9
Muito Baixa	30.722,7	54,5
Total	56.372,0	100,0

Resultado similar foi obtido por Marques et al. (2012) realizando o zoneamento do potencial pedológico do algodão herbáceo para o Estado de Alagoas. Este dado é compatível com o resultado do mapeamento da classificação da capacidade de uso das terras realizado pelo Zoneamento do Estado (PARAÍBA, 1978), uma vez que, não foi identificada nenhuma unidade da classe I de capacidade de uso (Tabela 2), ou seja, terras sem nenhuma limitação dentre os seus atributos, ao desenvolvimento da cultura.

As terras com o potencial pedológico da classe Alta, para a cultura do algodão herbáceo Tabela 2, têm uma área de ocorrência de 5.661,87 km², o que representa 10,04% da área do Estado.

Como pode se observar na Figura 5, grande parte das terras desta classe ocorrem sobre Argissolos Vermelho Amarelo textura média, quase sempre eutróficos, e em relevo plano a ondulado (Figura 2).

que ocorrem no Litoral, em áreas do Planalto de Princesa e do Alto Sertão. São solos classificados como de Aptidão Plena para cultura do algodão herbáceo (Figura 4), e das Classes II e III de capacidade de uso (Figura 3).

Apresentam também potencial Alto, os Latossolos Vermelho Amarelo Eutrófico e distrófico, que ocorrem na região Serrana, do terço leste do Estado, na divisa com o Rio Grande do Norte, tendo como principais representações, as serras de Araruna e Cuité; os Latossolos do Planalto de Princesa, divisa com o Estado de Pernambuco, além de ocorrências de Latossolos dispersos em serras e chapadas interiores. São também representantes os Cambissolos em relevo ondulado da Serra de Teixeira (Planalto de Princesa), e os Solos Aluvionais das bacias dos rios do Alto Paraíba, sobre o Planalto da Borborema, e dos rios da bacia do Alto Piranhas no Sertão do Estado.

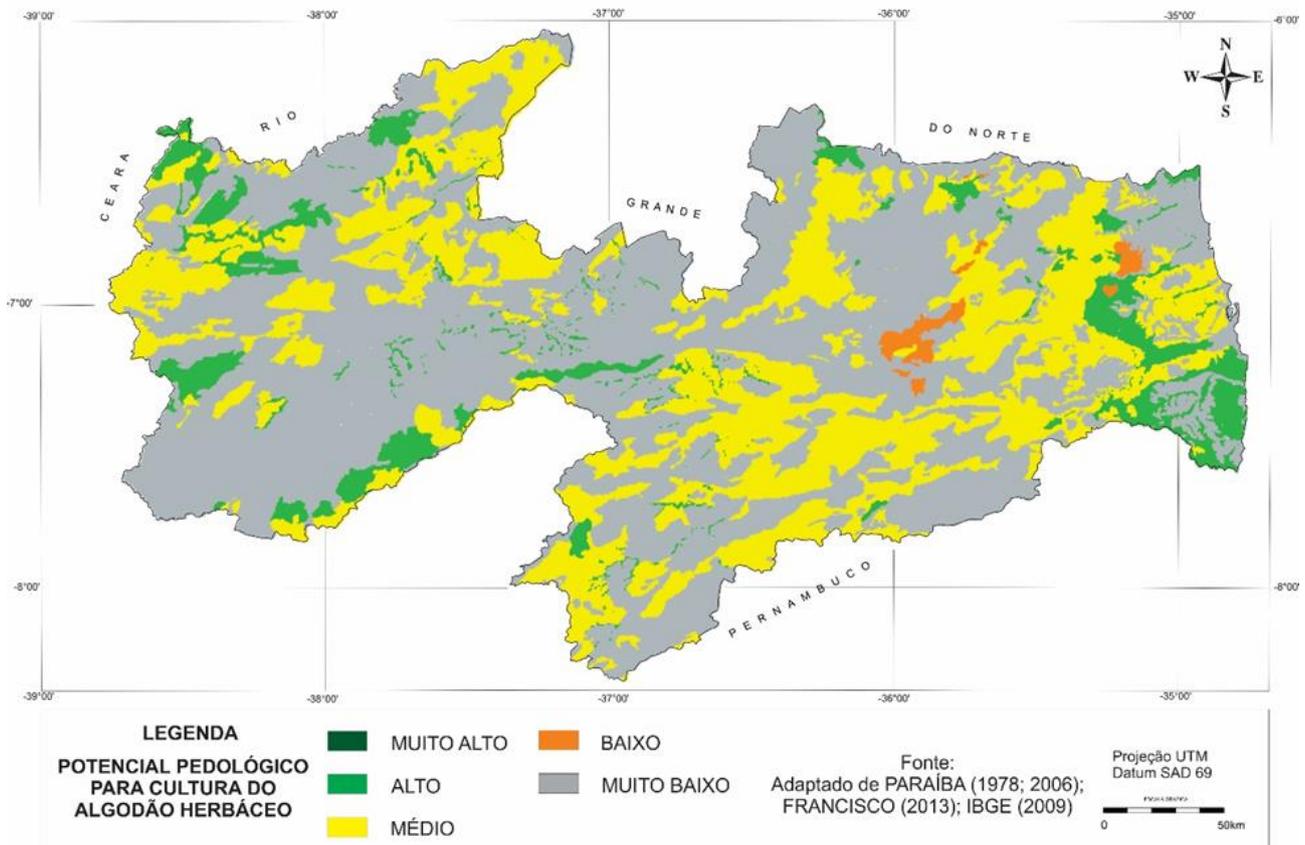


Figura 5. Potencial pedológico das terras do Estado da Paraíba para a cultura do algodão herbáceo.

De acordo com o mapa de potencial pedológico para a cultura do algodão herbáceo (Figura 5), identificou-se 5.661,87 km² de terras com Potencial Alto, representando 10,04% (Tabela 2) da área total do estado distribuídas no Agreste Acatingado, Brejo, Mata e Litoral, Alto Sertão Alto e Baixo Sertão do Piranhas e Cariris de Princesa.

As características edáficas indicam que estas terras constituem áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso, que são próprias para a cultura, com limitações ligeiras de utilização impostas pelas características dos solos, topografia e erosão. Estas áreas são de ocorrência do Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico, onde as limitações à cultura do algodão herbáceo podem ser consideradas ligeiras, e as condições de produção satisfatórias.

Pode se observar que o algodão é uma cultura adaptada às mais variadas regiões do Estado, do Litoral úmido ao Sertão de clima semiárido. Contudo, Jacomine et al. (1975), constataram que apenas as zonas subúmidas do Agreste e da zona da Mata do Estado da Paraíba eram as mais cultivadas com a cultura do algodoeiro herbáceo. No entanto, estes autores corroboraram com as classes de solos apontadas neste trabalho, como as mais aptas para cultura do algodão herbáceo, ressaltando que os trechos mais planos e de solos mais profundos são as áreas mais utilizadas ao cultivo.

Marques et al. (2012), mapearam como terras com potencial Alto, para a cultura do algodão herbáceo, uma área correspondente a 2,06% do Estado de Alagoas, distribuídas nas regiões Agreste e do Sertão do Estado.

As áreas com Potencial Médio, observada neste trabalho, totalizam 19.448,72 km², representando 34,5% da área total (Tabela 2) e estão distribuídas por todo o Estado (Figura 5). As características edáficas indicam que estas terras constituem áreas com classes de capacidade de uso com limitações moderadas para utilização com a cultura, devido as características de fertilidade e/ou topografia. São áreas que ocorrem em solos em sua maioria do tipo Luvissole Crômico Órtico típico e Luvissole Hipocrômico Órtico típico nas regiões do Cariri/Curimataú e no Sertão, e os solos do tipo Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico que ocorrem na região do Agreste e Litoral.

Sousa et al. (2003a), estudando a aptidão do Assentamento Margarida Maria Alves II, localizado no município de Alagoa Grande, região do Agreste, observaram que 35,9% da área são terras aptas para a cultura do algodão herbáceo, apresentando limitações moderadas devido às características de fertilidade dos solos e/ou topografia, com solos do tipo: Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico típico, Nitossolo Vermelho Eutrófico, Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico e Vermelho Eutrófico típico e Neossolo Flúvico Eutrófico.

As áreas com Potencial Baixo, observadas neste trabalho, perfazem um total de 523,04 km², representando 0,93% da área total do Estado (Tabela 2), estando localizadas na região do Agreste da Borborema, áreas com ocorrência do Neossolo Regolítico Distrófico com limitações relacionadas à fertilidade e/ou drenagem excessiva; e no Litoral Norte em Argissolo Vermelho Amarelo plúntico, com restrições de uso devido a drenagem muito lenta, com risco de encharcamento.

As áreas com Potencial Muito Baixo perfazem um total de 30.740,37 km² de terras correspondendo a 54,53% da área total (Tabela 2), estando distribuídas por todo o Estado (Figura 5). Estas áreas apresentam restrições edáficas que as tornam impróprias para a exploração com a cultura do algodão herbáceo, sendo representada por classes de capacidade de uso ou associações de classes (Classes VI e VII, Figura 3) cujas características dos solos e/ou topografia apresentam restrições severas para utilização. Estas áreas ocorrem principalmente em Neossolos Litólicos Eutrófico típico na região do Sertão e Borborema, o Neossolo Quartzarênico Órtico solódico e Espodossolo Ferrocárbico Órtico típico que ocorrem na região do Litoral.

Na região do Litoral, essas áreas estão associadas aos solos com má drenagem enquanto que no ambiente Semiárido estão relacionadas à grande ocorrência de solos rasos, pouco profundos, com problemas de encharcamento superficial periódico e, ou, com problemas de pedregosidade na superfície, associados ou não, com relevo forte ondulado. Resultados similares foram encontrados por Marques et al. (2012) para o do Sertão alagoano.

Sousa et al. (2003b), estudando o Assentamento Campo Comprido, localizado no município de Patos, observaram que 25,04% da área apresenta aptidão restrita para a cultura do algodão, devido a limitações severas dada à pequena profundidade dos solos. Na área foram identificados como predominantes os solos Luvissole Hipocrômico Órtico vértico, Planossolo Nátrico Sálico, Neossolo Flúvico Eutrófico e o Neossolo Litólico Eutrófico.

Sousa et al. (2003c) observaram no assentamento Belmont, localizado no município de São Mamede, região do Sertão, áreas inaptas para a cultura do algodão herbáceo, que correspondem a 92,9% da área total do assentamento. Os solos identificados são predominantemente da classe Neossolo Litólico Eutrófico e Afloramentos de Rochas, com severas limitações devido a pequena profundidade, presença de pedregosidade e rochosidade, e forte declividade. Estes dados retratam a falta de critérios técnicos ausentes em muitos projetos da reforma agrária, transformando-os em agentes ativos do processo de desertificação das terras semiáridas.

De acordo com PARAÍBA (1978), a cultura do algodão herbáceo era a base econômica da agricultura nordestina, e no Estado, chegava a representar cerca de 31% da área cultivada. Sendo assim, baseado nos dados da Tabela 2, um percentual de 44,54% do Estado apresenta potencial Alto (10,04%), e Médio (34,5%) para o cultivo agrícola, o que daria para o percentual histórico de cultivo de algodão no Estado (31%), em dias de hoje, uma área cultivada com algodão, em números redondos, de 7.780 km² (778.000 ha).

Considerando uma produtividade modesta e tecnicamente alcançável de 1.000 kg.ha⁻¹, a um preço atual de mercado de R\$ 86,00 por arroba (15 kg) (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2017), pode se estimar que a produção de algodão no Estado, poderia ser de 778.000 toneladas e o valor da produção chegaria a 4,46 bilhões de reais.

Ressalta-se que, neste trabalho, não foram delimitados os ambientes já determinados por lei, como áreas de preservação ambiental ou de reservas legal e indígena. Portanto, de acordo com

EMBRAPA (2012), devem ser desconsideradas as indicações de potencial agrícola disponibilizadas neste trabalho para os ambientes cujos usos já estão definidos por legislações específicas.

Observa-se que os mapas deste trabalho, na escala de 1:200.000, fornece ao usuário uma visão geral dos ambientes onde as terras têm maior ou menor adequabilidade ao plantio e desenvolvimento do algodão herbáceo. De acordo com Marques et al. (2012), no entanto, essa é uma avaliação realizada independente das condições climáticas e, portanto, não oferece, isoladamente, todos os elementos necessários para exploração sustentada da cultura.

Conclusão

Da análise dos resultados obtidos deste trabalho pode se afirmar que:

Com o uso do SIG e de técnicas de geoprocessamento foi possível recuperar e se disponibilizar em meio digital, os mapas temáticos do Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba.

Com a reclassificação da aptidão das terras do Estado da Paraíba, em termos de potencial pedológico para a cultura do Algodão herbáceo, em cinco classes, ficou mais simplificada a interpretação e a apresentação espacializada dos resultados deste trabalho.

Não foi encontrado no Estado, nenhum solo da classe Muito Alta de aptidão para o algodão herbáceo, provavelmente devido ao nível de abstração imposto pela escala de trabalho.

Agradecimentos

Ao CNPq/Fapesq pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

Referências

- BALLESTERO, S. D.; LORANDI, R.; TREMOCOLDI, W. A. Mapeamento pedológico semidetalhado da área de relevante interesse ecológico de Pedra Branca (Tremembé, SP). *Revista Biociência*, v.6, n.2, p.7-15. 2000.
- BELTRÃO, N. E. M. Clima regula produção e qualidade da fibra do algodoeiro. *Visão Agrícola*, v.6, p.76-77. 2006.
- CALDERANO FILHO, B.; GUERRA, A. J. T.; PALMIERI, F.; ARGENTO, M. S. F.; CORREIA, J. R.; RAMALHO FILHO, A. Aptidão agroecológica de terras: proposta de avaliação em paisagens rurais montanhosas ocupadas por pequenos agricultores na serra do mar. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v.24, n.1/3, p.39-75, 2007.
- CARMONA, M.; BELTRÃO, N. E. M.; ARAÚJO, J. M.; CORDÃO, F. P.; ARIAS, A. Breve história do algodão no Nordeste do Brasil. In: CARMONA, M.; BELTRÃO, N. E. M.; ARAÚJO, J. M.; CORDÃO, F. P.; ARIAS, A. A reintrodução da cultura do algodão no semiárido do Brasil através do fortalecimento da agricultura familiar: um resultado prático da atuação do COEP. Rio de Janeiro: Oficina Social. Centro de Tecnologia, Trabalho e Cidadania, p.19-21. 2005.
- DUARTE, S. M. A.; BARBOSA, M. P. Estudo dos recursos naturais e as potencialidades no semiárido, estado da Paraíba. *Engenharia Ambiental*, v.6, n.3, p.168-189. 2009.
- EMBRAPA. Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas. Potencial Pedológico do Estado de Alagoas para Culturas Agrícolas. Relatório Técnico. Convênios SEAGRI-AL / Embrapa Solos Nos 10200.04/0126-6 e 10200.09/0134-5. Recife: Embrapa Solos, 123p. 2012. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77202/1/Relatorio-Pot-Pedologico.pdf>. Acesso em: 15 novembro, 2014].
- FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. 122f. Dissertação (Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia, Paraíba. 2010.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; LIMA, E. R. V. DE. Mapeamento das Terras para Mecanização Agrícola - Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.5, n.2, p.233-249. 2012.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; LIMA, E. R. V. DE. Classificação de terras para mecanização agrícola e sua aplicação para o Estado da Paraíba. *Revista Educação Agrícola Superior*, v.28, n.1, p.30-35, 2013.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; LIMA, E. R. V. DE; SANTOS, D. Tecnologia da geoinformação aplicada no mapeamento das terras à mecanização agrícola. *Revista Educação Agrícola Superior*, v.29, n.1, p.45-51. 2014.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 março, 2011.

- JACOMINE, P. K. T.; RIBEIRO, M. R.; BURGOS, N. Aptidão Agrícola dos Solos da Região Nordeste. EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Região Nordeste. Recife, (Boletim Técnico, 42). 1975.
- LEPSCH, I. F. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso: 4.a aproximação. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 175p.
- LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4a Aprox. SBCS, Campinas-SP. 175p. 1996.
- MARQUES, F. A.; ARAÚJO FILHO, J. C. DE; BARROS, A. H. C.; LOPES, E. H. B.; BARBOSA, G. M. N. Aptidão pedoclimática das culturas dos feijões caupi e comum para o estado de Alagoas. In: Congresso Brasileiro de Ciência do solo. Uberlândia, RBCS, 33, 2010. Anais... p.1-4. 2010.
- NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. 2017. Disponível em: www.noticiasagricolas.com.br. Acesso em: 15 fevereiro, 2017.
- PARAÍBA. Governo do Estado - Secretaria de Agricultura e Abastecimento – CEPA – PB. Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba. Relatório ZAP-B-D-2146/1. UFPB-Eletro Consult Ltda., 448p. 1978.
- PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo & Atlas. Brasília, DF, 112p. 2006.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 65p. 1995.
- RANZINI, G. Manual de levantamento de solos. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 2. ed. 128p. 1969.
- ROSOLEM C. A. Fenologia e ecofisiologia no manejo do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.) Algodão no Cerrado do Brasil. Brasília: ABRAPA, 918p. 2007.
- ROSSI, M.; OLIVEIRA, J. B. DE. O mapa pedológico do Estado de São Paulo. O Agrônomo, v.52, n.1. 2000.
- SILVA, A. B. DA; AMARAL, A. J. DO; SANTOS, J. C. P. DOS; GOMES, E. C.; MARQUES, F. A.; OLIVEIRA NETO, M. B. DE. Potencial pedológico do Estado de Alagoas para o cultivo de cana-de-açúcar em manejo com alta tecnologia. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 34, Florianópolis. Anais...2013.
- SOUSA, R. F. DE; CORDÃO SOBRINHO, F. P.; BELTRÃO, N. E. DE M.; MOTTA, J. D.; GONZAGA, E. DA N. Aptidão pedoclimática da cultura do algodão herbáceo na área do assentamento Margarida Maria Alves II - Alagoa Grande, PB. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 4, Goiânia. Anais... EMBRAPA. 2003a.
- SOUSA, R. F. DE; CORDÃO SOBRINHO, F. P.; BELTRÃO, N. E. DE M.; FEITOSA, P. H. C.; ARAÚJO, A. E. DE; MOTTA, J. D.; GONZAGA, E. DA N. Aptidão pedoclimática da cultura do algodão herbáceo na área do assentamento Campo Comprido I Patos, PB. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 4, Goiânia, Anais... EMBRAPA. 2003b.
- SOUSA, R. F. DE; CORDÃO SOBRINHO, F. P.; BELTRÃO, N. E. DE M.; FEITOSA, P. H. C.; SANTOS, M. J. DOS; MOTTA, J. D. Aptidão pedoclimática da cultura do algodão herbáceo na área do assentamento Belmont II - São Mamede, PB. In: Congresso Brasileiro de Algodão, Goiânia, 4, Anais ...EMBRAPA. 2003c.
- TENNAKOON, S. B.; MILROY, S.P. Crop water use efficiency on irrigated cotton farms in Australia. Agric Water Management, v.61, p.179-194. 2003.
- VAREJÃO-SILVA, M. A.; BRAGA, C. C.; AGUIAR M. J. N.; NIETZSCHE, M. H.; SILVA, B. B. Atlas Climatológico do Estado da Paraíba. UFPB, Campina Grande. 1984.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E MINERALÓGICA DE SOLOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS NAS REGIÕES DO AGRESTE E MATA PARAIBANA

Alex Santos de Deus¹
Roseilton Fernandes dos Santos²
Kelly Cristiane Gomes³
Maurício Javier de León⁴
Patrícia Clemente Abraão⁵

¹Mestrando em Energias Renováveis, UFPB/CEAR, alex_santos_d@yahoo.com.br

²Professor Adjunto, UFPB/CCA/DSER, roseilton@cca.ufpb.br

³Professora Adjunta, CEAR, UFPB/CEAR, gomes@gmail.com

⁴Professor Adjunto, UFPB/CCA/DSER, mauricio@cca.ufpb.br

⁵Mestranda em Agronomia, UNIOESTE, Campus Marechal Cândido Rondon, patriciaabraao@gmail.com

Introdução

O solo é o meio onde ocorrem reações e processos determinantes do sucesso ou insucesso da recuperação ou estabelecimento de novo bioma (SANTOS et al., 2010). É imprescindível para as atividades agrícolas em larga escala, pois, além de servir de suporte físico para as plantas, fornecendo nutrientes e água para o seu desenvolvimento (ANDREOLI et al., 2014). Porém podemos considerá-lo como um recurso não renovável, principalmente no que tange aos seus nutrientes.

Dos vários fatores relacionados à agricultura que podem levar a alteração do solo, Muller (2001) destaca a retirada da cobertura vegetal original e a implantação de cultura, aliadas às práticas de manejo inadequadas, promovendo o rompimento do equilíbrio entre o solo e o meio e modificando suas propriedades químicas, físicas e biológicas. Estes fatores podem ocasionar um estado de degradação que, caso seja reversível, requer muito mais tempo e recurso para sua recuperação (MENDES, 2002).

E dessa forma, a degradação do mesmo, constitui um dos fatores mais importantes no declínio da produção agrícola, pois tem-se que conhecer e compreender a composição e a dinâmica dos processos internos do solo, visto a relação solo-planta ser dependente das propriedades físicas, químicas e mineralógicas do solo (LIMA et al., 2015). Além da química ter influência sobre várias propriedades do mesmo, e sob o manejo a ser aplicado visando reduzir processos de degradação.

Neste contexto, para fins de conhecimento da fertilidade do solo, as análises mais comuns na grande maioria dos laboratórios brasileiros, que avaliam a fertilidade básica através dos macronutrientes disponíveis, são a determinação de teores de cálcio e magnésio trocáveis ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$), sódio (Na^+), potássio (K^+) e fósforo extraíveis com solução de Mehlich-1(P) (EMBRAPA, 1997).

Já de acordo com Fabris et al. (2009), a de Difração de Raios-X (DRX) é uma técnica não destrutiva e rápida de análises, que fornece informações sobre a mineralogia e a composição dos solos, sendo esse o método comumente utilizado para caracterizar qualitativamente a composição mineral dos mesmos. Informações adicionais como os dados da geologia e material de origem, cor, granulometria, entre outras, facilitam a interpretação dos difratogramas, visto ser possível ter sobreposição de picos em um difratograma, em função da complexidade de minerais possíveis em um mesmo tipo de solo (FABRIS et al., 2009). Portanto, a identificação e caracterização desses minerais podem contribuir para o entendimento do comportamento do solo (num contexto definido pelas informações pedológicas) (RESENDE et al., 2005). A DRX é, portanto, uma técnica de grande versatilidade e rapidez na aplicação de amostras policristalinas, tais como o monitoramento de amostras em laboratório, no controle de qualidade industrial e identificação mineralógica em solos e rochas (WEIDLER et al., 1998; ESTEVE et al., 2000; ALBERS et al., 2002).

A Fluorescência de Raios-X (FRX) é utilizada por ser um dos métodos instrumentais rotineiros empregados nas análises de elementos em rochas, cimentos, dentre outros (MORI et al., 1999), e permitir determinar o teor de elementos numa amostra, utilizando as intensidades de Raios-X característicos emitidos, possibilitando a detecção simultânea de elementos.

Deste modo, o objetivo deste trabalho é realizar a caracterização física, química e mineralógica em amostras coletadas na camada arável de solos localizados nas Regiões Agreste e Mata Paraibanas.

Material e Métodos

Foram estudadas duas áreas com potencial agrícola no Estado da Paraíba. A primeira em Mamanguape, que segundo BRASIL (1972), insere-se na unidade de mapeamento PE12, que é composta por Argissolo Vermelho Amarelo e Neossolo Litólico. A vegetação foi descrita como floresta subcaducifólia sob relevo ondulado. O material de origem é composto por Gnaisse e Granito. O clima está relacionado com a localização geográfica, sendo do tipo tropical chuvoso com verão seco. O período chuvoso começa no outono tendo início em fevereiro e término em outubro.

A segunda área ocorre em Boqueirão, que segundo BRASIL (1972), insere-se na unidade de mapeamento V2, composta por Vertissolos, Luvisolos e Neossolos Eutróficos. A vegetação foi descrita como Caatinga Hiperxerófila Arbustiva-arbórea pouco densa sob relevo suave e ondulado. O material de origem é composto por Gnaisse e Granito. Pela classificação de Köppen o clima é Bsh, semiárido quente.

Foram realizadas as análises químicas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo no Centro de Ciências Agrárias-UFPB, Campus II, Areia-PB. Dentre as análises químicas de rotina, foram determinadas: pH, $H^+ + Al^{+3}$, Ca^{+2} , Mg^{+2} , Ca^{+2} , P, K^+ , SB, $(H^+ + Al^{+3})$, V%, m%, Carbono e Matéria Orgânica obtidos mediante o valor do carbono multiplicado por 1,724 (EMBRAPA, 2006).

As análises da composição química por FRX foram realizadas no Laboratório de Solidificações Rápida (LSR) da UFPB Campus I, em Sequential X-ray Fluorescence Spectrometer, Modelo XRF-1800 da Shimadzu. Através de Fluorescência de Raios-X, sendo os percentuais dos elementos de cada amostra e a análise mineralógica realizadas no Laboratório de Tecnologia de Novos Materiais no LABEME-UFPB, em equipamento *X-Ray Diffractometer* da marca *Bruker*, modelo *D2-Phaser*.

Após finalizada a separação das frações areia, silte e argila, as amostras da fração argila foram preparadas para as análises mineralógicas, sendo transmitidas em peneira de malha de 200 Mesh e acondicionadas em depósitos plásticos para posterior procedimento analítico. No DRX as amostras foram preparadas, operando com radiação $K\alpha$ de cobre, 30kV e 10mA, com varredura de 2θ entre 5° e 45° .

Para as análises de FRX as amostras foram prensadas a uma força de 50 KN durante 30 segundos formando assim pastilhas com 30 mm de diâmetro e 3 mm, sem vácuo ou filme, tendo a finalidade de adquirir as informações de óxidos totais.

Resultados e Discussão

Os dados das análises físicas e químicas dos solos das duas áreas estudadas estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Resultados das análises químicas dos solos BQ e MM – PB

Horiz.	pH (1:2,5)		Complexo Sortivo							Valor T	V	m	C	M.O.	
	Água	P mg/dm ³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ⁺³	H ⁺ +Al ⁺³						
										----- % -----				---- g kg ⁻¹ ---	
G - 1	8	37,52	14,85	9,05	0,86	0,83	25,59	0	3,3	28,89	88,89	0	10,47	18,13	
G - 2	7,8	25,23	11,25	8,4	0,36	1,2	21,21	0	3,71	24,92	85,11	0,00	8,15	14,05	
G - 3	7,5	24,33	8,45	7,7	0,29	1,58	18,02	0,1	4,04	22,06	81,69	0,55	5,26	9,07	
G - 4	7,3	18,81	13,6	9,3	0,21	1,83	24,94	0,1	4,54	29,48	84,6	0,4	5,92	10,2	
G - 5	5	4,11	0,55	0,8	0,06	0,06	1,47	0,25	5,61	7,08	20,76	14,53	4,08	7,03	
G - 6	5,1	2,18	0,95	1,1	0,09	0,05	2,19	0,3	8,5	10,69	20,49	12,05	10,07	17,37	
G - 7	4,7	1,49	0,15	0,8	0,06	0,04	1,05	0,7	7,76	8,81	11,92	40	6,97	12,02	
G - 8	5,2	5,77	1,4	1,25	0,07	0,04	2,76	0,1	8,14	10,9	25,32	3,5	10,98	18,03	
G - 9	5,3	2,94	0,34	0,55	0,13	0,11	1,14	0,4	7,26	8,38	13,57	25,97	6,97	12,02	

G-1, G-2, G-3, G-4 = referente às glebas/terços de Boqueirão. Sendo: G-1= terço Superior; G-2 = terço médio; G-3= terço médio e G-4= terço inferior. G-5, G-6, G-7, G-8 e G-9 = referentes às glebas/terços de Mamanguape. Sendo: G-5=terço superior; G-6, G-7 e G-8= terço médio; G-9=terço inferior.

Tabela 2. Resultados das análises Físicas dos solos BQ e MM - PB

Horizonte		Composição Granulométrica do Solo				Arg. Disp. em H ₂ O	Grau de Floc.	Rel. Silte/Argila	Densidades Sol. e Part.		Porosidade
Gleba	Prof. em cm	Areia Grossa g/kg	Areia Fina g/kg	Silte g/kg	Argila g/kg	-----g/kg-----	----%---	----g/cm ³ --	m ³ Im ³		
1	0 - 20	225	318	282	175	78	554	1,6	1,48	2,82	0,48
2	0 - 20	282	313	203	205	91	552	0,9	1,64	2,85	0,42
3	0 - 20	273	349	215	143	116	189	1,5	1,78	2,76	0,36
4	0 - 20	259	292	185	264	158	401	0,7	1,78	2,87	0,38
5	0 - 20	414	389	74	123	13	894	0,6	1,38	2,65	0,48
6	0 - 20	460	320	73	147	0	1000	0,5	1,37	2,61	0,48
7	0 - 20	295	362	106	237	0	1000	0,4	1,33	2,65	0,5
8	0 - 20	274	392	116	218	0	1000	0,5	1,29	2,65	0,51
9	0 - 20	278	439	118	165	13	921	0,7	1,29	2,65	0,51

G-1, G-2, G-3, G-4 = referente às glebas/terços de Boqueirão. Sendo: G-1= terço Superior; G-2 = terço médio; G-3= terço médio e G-4= terço inferior. G-5, G-6, G-7, G-8 e G-9 = referentes às glebas/terços de Mamanguape. Sendo: G-5=terço superior; G-6, G-7 e G-8= terço médio; G-9=terço inferior.

A partir das análises químicas de rotina das duas áreas, pôde-se verificar que nos solos de (BQ) o pH é alcalino, condição relacionada a gênese destes solos com forte ligação ainda com o material de origem que é rico em bases trocáveis. Ressalta-se que este tipo de solo, tem alta capacidade de troca catiônica e não apresenta problemas com saturação por alumínio. No solo de Mamanguape (MM) pode-se verificar que o pH indica acidez elevada, resultando em baixa capacidade de troca catiônica conjugada com baixa saturação por bases, esta condição resulta em baixa fertilidade natural e alta saturação por alumínio, o que comprometerá o melhor crescimento e desenvolvimento radicular das culturas.

Teores de pH, Ca, Mg, Al

Os valores de pH oscilaram entre 7,3 a 8,0 (BQ) e 4,7 a 5,3 (MM) entre glebas. O Ca é um elemento de ocorrência generalizada na natureza, contudo, solos pobres em Ca são geralmente solos ácidos (MELO, 1989). Nos teores de Ca houve uma variação 8,45 a 14,85 cmolc dm⁻³ (BQ) e 0,15 a 1,40 cmolc dm⁻³(MM). Os teores de Mg variaram entre 7,7 a 9,30 cmolc dm⁻³ (BQ) e 0,55 a 1,25 cmolc dm⁻³ (MM). Os teores de Al variaram de 0,0 a 0,1 cmolc dm⁻³ (BQ) e 0,1 a 0,7 cmolc dm⁻³ (MM) entre as glebas.

Teores de P, K, Na

Os teores de P tiveram variações de 18,81 a 37,52 mg dm⁻³ (BQ) e 1,49 a 5,77 mg dm⁻³ (MM) entre as glebas. No K os teores tiveram variações de 0,21 a 0,86 cmolc dm⁻³ (BQ) e 0,06 a 0,13 cmolc dm⁻³ (MM). Os teores de Na entre as glebas tiveram variações 0,83 a 1,83 cmolc dm⁻³ (BQ) e 0,04 a 0,11 cmolc dm⁻³ (MM).

Teores de valor de T, V%, m%

Os teores de T variaram entre 22,6 a 28,89 cmolc dm⁻³ (BQ) e 7,08 a 10,69 cmolc dm⁻³ (MM). Os valores de Saturação por Bases V% variaram de 81,69 a 88,89% (BQ) e 11,92 a 25,32% (MM) entre as glebas. Os teores de m% variaram 0,0 a 0,55% (BQ) e 3,50 a 40,00% (MM).

Densidade do solo, densidade de partículas e frações (Areia total, silte, argila e porosidade total)

Na Tabela 2 podem ser observados que os níveis de densidade do solo, densidade de partículas e a porosidade total, estão em sua maioria concordantes com os valores apresentados por Kiehl (1976) para solos arenosos e argilosos. De maneira geral, quanto maior for à densidade do solo maior será sua compactação e menor será sua porosidade total, afetando também o desenvolvimento radicular das plantas.

Carbono (C), Matéria Orgânica (M.O.)

Os teores Carbono variaram 5,26 a 10,47g kg⁻¹ (BQ) e 4,08 a 10,98g kg⁻¹ (MM). A matéria orgânica do solo variou de 9,07 a 18,13 g kg⁻¹ (BQ) e 7,03 a 18,03 g kg⁻¹ (MM).

Na Tabela 2, podem ser observados os teores de matéria orgânica em cada gleba da propriedade. Segundo Kiehl (1976), teores de matéria orgânica acima de 24,1 g kg⁻¹ de matéria orgânica do solo são considerados altos, e abaixo de 13,8 g kg⁻¹ são tidos como valores baixos no solo. Em geral todas as

glebas apresentaram teores no intervalo de baixos a médios.

Análise química por Fluorescência de Raio-X – FRX

Os resultados da composição química das amostras compostas dos solos coletados de BQ e MM analisados por Fluorescência de Raio-X, podem ser observados na Tabela 3 e sumariza as fases encontradas em cada posição.

Tabela 3. Resultados da Fluorescência de Raio X

Elementos	Prof. cm	Fluorescência de Raio-X								
		Argila 1	Argila 2	Argila 3	Argila 4	Argila 5	Argila 6	Argila 7	Argila 8	Argila 9
SiO ₂	0 - 20	48,49	47,76	48,39	49,76	53,85	52,91	51,49	51,70	52,98
Al ₂ O ₂	0 - 20	17,17	14,61	14,12	14,02	27,94	28,35	27,81	27,72	28,11
k ₂ O	0 - 20	0,67	1,07	1,15	0,70	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05
Fe ₂ O ₃	0 - 20	28,40	30,47	29,92	30,35	14,58	15,26	17,41	16,81	15,37
CaO	0 - 20	0,62	0,42	0,45	0,31	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
MgO	0 - 20	2,20	2,50	2,65	2,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P ₂ O ₅	0 - 20	0,21	0,17	0,17	0,12	0,07	0,07	0,05	0,06	0,06
SO ₃	0 - 20	0,12	0,11	0,09	0,07	0,09	0,15	0,08	0,11	0,10
CM*	0 - 20	1,61	2,28	2,38	2,01	3,10	2,96	2,89	3,29	3,06
Ki	0 - 20	4,79	5,55	5,82	6,03	3,27	3,17	3,14	3,17	3,20
Kr	0 - 20	31,23	33,74	33,34	33,90	16,51	17,13	19,26	18,68	17,25
Al ₂ O ₂ / Fe ₂ O ₃	0 - 20	0,60	0,47	0,47	0,46	1,91	1,85	1,59	1,64	1,82

Argilas: 1, 2, 3 e 4 = área de Boqueirão; Argilas: 5, 6, 7, 8 e 9 = área de Mamanguape.

Com relação aos constituintes menores, basicamente formados por metais pesados, os teores encontrados em BQ foram os menores variando entre 2,38 a 1,61%, situação diferentes em MM que tiveram teores maiores variando entre 3,29 a 2,89%. Os Maiores teores de SiO₂ foram encontrados na atividade de agricultura do Município de Mamanguape. O oposto se observou para o Fe₂O₃ onde os maiores teores foram observados na atividade de agricultura do Município de Boqueirão, o que indica que as diversas atividades de manejo da agricultura modificam as propriedades químicas e mineralógicas dos solos.

Resultados das Análises de Difração de Raio-X

Pelo difratograma apresentado na Figura 1, observa-se que a fração argila das glebas de 1 a 4 em BQ são constituídos basicamente de Caulinita (Ca), Hematita (Hm) e Ilita (Il), tendo teores mais elevados para a Caulinita. Comprovando se tratar de um solo com maiores teores de argila, sendo autenticados pelos dados obtidos na análise de FRX. A caulinita pode ser considerada um dos argilominerais de mais ampla ocorrência em solos, sobretudo naqueles de domínio tropical (RESENDE et al., 2005).

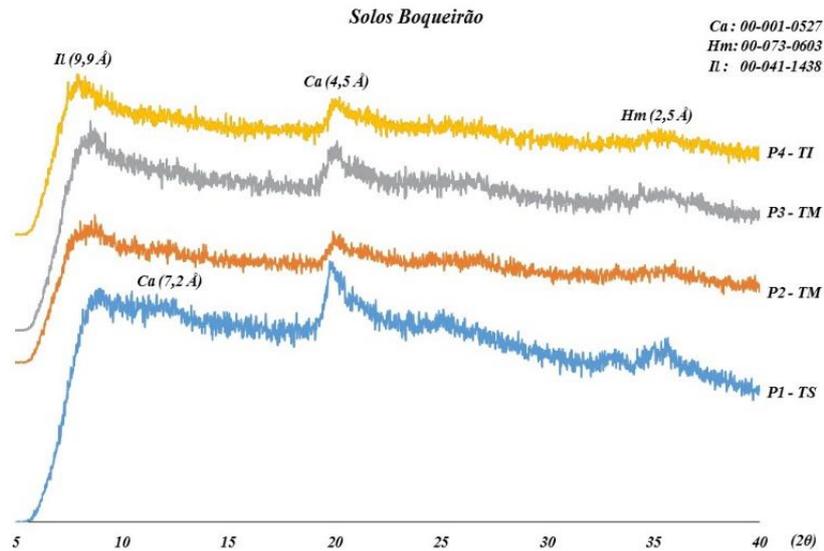


Figura 1. Difratograma da fração argila nas glebas 1 a 4 em Boqueirão – PB.

Pode-se observar, que a Caulinita (Ca) no TS, teve uma maior intensidade em relação aos demais terços nas glebas de BQ, evidenciando uma quantidade maior de argilas no TS, estando relacionado também ao seu relevo plano, assim, auxiliando na predominância deste argilomineral nesta gleba. A Hematita (Hm), faz parte do óxido de ferro encontrado no solo de BQ, comprovado a partir de sua cor vermelha, característica deste tipo de óxido. Os óxidos de ferro pedogenéticos refletem as condições pedoambientais (temperatura, umidade, pH, Eh, etc.) sob as quais são formados (SCHWERTMANN et al., 1989).

O solo de BQ apresentou argila Ilita (Il), de alta atividade no TI, que estando no período seco, ficam com fendilhamento nos agregados deste solo, e após um período maior de chuva, podem chegar a encharcar. Além deste aspecto, os solos são rasos tornando o seu manejo com culturas agrícolas bastante difíceis, daí ser mais bem aproveitado com a exploração da pecuária (BRASIL, 1972).

Pelo difratograma apresentado na Figura 2, observa-se que a fração argila das glebas de 5 a 9 em MM são constituídos basicamente de Caulinita (Ca) e Goethita (Gt), tendo teores mais elevados para a Caulinita. Comprovando se tratar de um solo com maiores teores de argila, sendo autenticados pelos dados obtidos na análise de FRX. Tendo a Caulinita (Ca), maior ocorrência no solo, principalmente, em solos tropicais.

A Goethita (Gt) faz parte do óxido de ferro encontrado no solo de MM, comprovado a partir de sua cor amarelada ou de tons claros, característica deste tipo de óxido. Os óxidos de ferro pedogenéticos refletem as condições pedoambientais (temperatura, umidade, pH, Eh, etc.) sob as quais são formados (SCHWERTMANN et al., 1989).

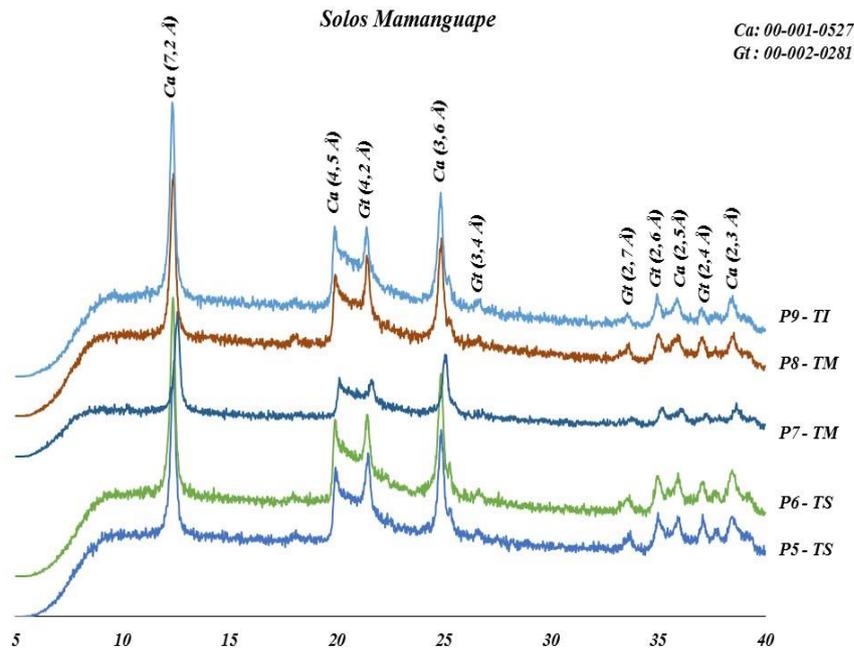


Figura 2. Difratoograma da fração argila nas glebas 5 a 9 em Mamanguape– PB.

Conclusão

Os solos estudados em BQ (Luvisolos e Neossolos), são menos desenvolvidos e preservam características ainda relacionadas à rocha, refletindo numa fertilidade do solo mais alta, sem necessidade de corretivos e adubações, contudo apresenta maior susceptibilidade a erosão pelo seu menor desenvolvimento físico.

Os solos de Mamanguape, são solos mais desenvolvidos (Latosolos e Argissolos), contudo, são ácidos e de fertilidade natural baixa, havendo neste caso, necessidade de corretivos e adubações de acordo com a cultura a ser implantada.

A utilização de técnicas espectroscópicas (FRX e DRX) foram capazes de demonstrar a praticidade em análises, fazendo com que, se identifique e reduza o tempo para o diagnóstico de problemas relacionados a fertilidade destes solos.

Referências

- ALBERS, A. P. F.; MELCHIADES, F. G.; MACHADO, R.; BALDO, J. B.; BOSCHI, A. O. Um método simples de caracterização de argilominerais por difração de raios X. *Cerâmica*, v.48, p.34-37, 2002.
- BRASILEIRO, S. R. Um olhar geográfico sobre algumas práticas de desenvolvimento no Semi-Árido Nordeste. *Revista de Geografia*. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v.25, n.3, 2008.
- BRIGHENTI, I.; ALMEIDA, J. A. DE; HOFER, A. Mineralogia e Gênese de Argissolos das Serras do Tabuleiro/Itajaí, Estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, n.4, p.1057-1072, 2012.
- BROOKES, P. C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. *Biol. Fert. Soils*, v.19, p.269-279, 1995.
- CARNEIRO, A. E. V.; NASCIMENTO FILHO, V. F. Análise quantitativa de amostras geológicas utilizando a técnica de fluorescência de raios X por dispersão de energia. *Scientia Agrícola*, v. 53, n. 1, 1996.
- CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.147-157, 2009.
- CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M. de; PEREIRA, G. T.; Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n.6, p.1329-1339, 2007.
- CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. De C. *Solos Agrícolas*. 1 ed. Campina Grande: EDUFPG, 2006. 178p.

- COSTA, J. B. Caracterização e constituição do solo. 2. ed. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1979. 527p.
- 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. *Soil and Tillage Research*, v.84, n.1, p.41-53, 2005.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. Ed. Ver. Atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- EMBRAPA SOLOS. Manual de métodos de análise de solo 2.^a ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.
- ESTEVE, V.; OCHANDO, L. E.; REVENTÓS, M. M.; PERIS, G.; AMIGÓ, J. M. Quantitative phase analysis of mixtures of three components using rietveld and Rius Standardless Methods. *Comparative results. Cryst. Res. Technol.*, v.35; p1183-1192, 2000.
- FABRIS, J. D. Métodos físicos de análises em mineralogia do solo. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (Eds.) *Química e mineralogia do solo*. Viçosa, MG: SBCS, 2009. v.1. cap. 10. p. 611 - 695.
- FEIDEN, A. Conceitos e Princípios para o Manejo Ecológico do Solo. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 2001. (Embrapa Agrobiologia, Documento 140).
- FERRARESI, T. M.; SILVA, W. T. L.; MARTIN NETO, L.; SILVEIRA, P. M.; MADARI, B. E. Espectroscopia de infravermelho na determinação da textura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36; p.1769-1777, 2012.
- FERREIRA, M. M. FERNANDES, B. CURI, N. Mineralogia da fração argila e estrutura de latossolos da região sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, p.507-514, 1999.
- FERREIRA, P. H. M. Erosão. In: *Princípios de manejo e de conservação do solo*. São Paulo: Nobel, 1979. p.57-70.
- FURIAN, S.; BARBIERO, L.; BOULET, R.; CURMI, P.; GRIMALDI, M.; GRIMALDI, C. Distribution and dynamics of gibbsite and kaolinite in an oxisol of Serra do Mar, southeastern Brazil. *Geoderma*, Amsterdam, v.106, n.1-2, p.83-100, 2002.
- GIAROLA, N. F. B.; LIMA, H. V.; ROMERO, R. E.; BRINATTI, A. M.; SILVA, A. P. Mineralogia e cristalografia da fração argila de horizontes coesos de solos nos Tabuleiros Costeiros. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.33-40, 2009.
- GOMES, J. B. V.; CURI, N.; MOTA, P. E. F.; KER, J. C.; MARQUES, J. J. G. S. M.; SCHULZE, D. G. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma do cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28 p.137-153, 2004.
- GONÇALVES, D. Caracterização mineralógica por difração de raios X e o método de Rietveld da fração argila de um Latossolo Vermelho distrófico em três manejos diferentes. 2008, 176f. Dissertação (Mestrado em Química Aplicada). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa (PR), 2008.
- GONÇALVES, D.; LEITE, C. W.; BRINATTI, M. A.; SAAB, C. S.; IAROSZ, C. K.; MASCARENHAS, P. Y.; CARNEIRO, B. I. P.; ROSA, A. J. Mineralogia de um latossolo vermelho distrófico submetido a diferentes manejos por 24 anos (1). *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.32, p.2647-2652, 2008.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Produção Agrícola Municipal, 2013. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 de julho de 2016.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística -. Manual Técnico de Geomorfologia. 2º ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182p.
- JENKINS, R. Quantitative X-ray Spectro-metry. Marcel Dekker, Nova Iorque, 1981, 588 pag.
- JENKINS, R. X-ray fluorescence spectrometry. 2 Ed. New York: JOHN WILEY & SONS, INC. 1999. 207 p.
- KLEIN, V. A. Física do Solo. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2008. 212p.
- LACERDA, M. P. C.; ANDRADE, H.; QUÉMÉNEUR, J. J. G. Transformações mineralógicas ao longo de perfis de alteração pedogenética na região de lavras (MG). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, p.799-809, 2001.
- LACERDA, N. B.; ZERO, V. M.; BARILLI, J.; MORAES, M. H.; BICUDO, S. J. Efeito de sistemas de manejo na estabilidade de agregados de um Nitossolo Vermelho. *Engenharia. Agrícola*. v.25, p.686-695, 2005.

- LIMA, J. G. da C.; SCHULZE, S. M. B. B.; RIBEIRO, M. R., BARRETO, S. de B., Mineralogia de um Argissolo Vermelho-Amarelo da zona úmida costeira do Estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.2, p. 881-892, 2015.
- LINDSAY, W. *Chemical equilibria in soils*. New York: John Wiley & Sons. 1979. 449p.
- LIRA, E. C. Técnicas espectroscópicas de caracterização química e mineralógica de solos de uma microbacia hidrográfica sob diferentes sistemas de uso. 93p. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal da Paraíba, 2013.
- MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J. R. R. *Uso Agrícola dos Solos Brasileiros*. 1 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 174p.
- 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 distroférico de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.31, n.1, p.147-154, 2009.
- MELO, V. F. Mineralogia e formas de potássio e magnésio em diferentes classes de pesos e tamanhos da fração areia de solos do triângulo mineiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, n.2, p.219-231, 2004.
- MENDES, I. C.; REIS JÚNIOR, F. B. dos; PEREIRA NETO, J. V. Uso de indicadores biológicos e bioquímicos para avaliar a qualidade de solos de cerrado sob plantio direto e convencional. In: *Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas*, 26. *Reunião Brasileira Sobre Micorrizas*, 9. *Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo*, 7. *Reunião Brasileira de Biologia do Solo*, 4. 2002. Rio de Janeiro. FERTBIO 2002: Agricultura: bases ecológicas para o desenvolvimento social e econômico sustentado. Rio de Janeiro, 2002.
- MORI, P.; REEVES, S.; CORREIA, C.T.; HAUKKA, M. Development of a fused glass disc XRF facility and comparison with the pressed powder pellet technique at Instituto de Geociências, São Paulo University. *Revista Brasileira Geociências*. v.29, p.441-446, 1999.
- MORI, P.; REEVES, S.; CORREIA, C.T. & HAUKKA, M. Development of a fused glass disc XRF facility and comparison with the pressed powder pellet technique at Instituto de Geociências, São Paulo University. *Revista Brasileira Geociência*, v.29, p.441-446, 1999.
- MOTA, J. C. A.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; AMARO FILHO, J. et al. Atributos mineralógicos de três solos explorados com a cultura do melão na Chapada do Apodi – RN. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.445-454, 2007.
- MULLER, M. M. L.; GUIMARÃES, M. F.; DESJARDINS, T.; MARTINS, P. F. S. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, n.11, p.1409-1418, 2001.
- PEIXOTO, M. de F. da S. P. Atributos físicos, químicos e biológicos como indicadores da qualidade do solo (Apostila). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas. Bahia, 2008.
- PRESS, F. *Para entender a Terra*. Tradução de Rualdo Menegat. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 656p.
- REICHARDT, K.; TIMM, L. C. *Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações*. Barueri: Manole, 2008.
- RESENDE, M.; CURTI, N.; LANI, J. L. Tropical soils: implications on sustainable development. In: *SCIENCE for sustainable development in Latin America and the Caribbean*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1999.
- SANTOS, A. C. dos. SALCEDO, I. H.; CANDEIAS, A. L. Variabilidade espacial da fertilidade do solo sob vegetação nativa e uso agropecuário: estudo de caso na microbacia Vaca Brava – PB. *Revista Brasileira de Cartografia*, v.62, n.2, 2010.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 5. ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 5ª ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.
- SCHIAVO, J. A.; PEREIRA, M. G.; MIRANDA, L. P. M.; DIAS NETO, A. H.; FONTANA, A. Caracterização e Classificação de Solos Desenvolvidos de Arenitos da Formação Aquidauana – MS. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p.881-889, 2010.
- SERRAT, B. M.; LIMA, M. R.; GARCÍAS, C. E.; FANTIN, E. R.; CARNIERI, I. M. R. S. A.; PINTO, L. S. *Conhecendo o solo*. Curitiba: UFPR, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2002. 27p.

- 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.
- VAZ JR. Análise Química instrumental e sua aplicação em controle de qualidade de biocombustíveis. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, dez 2010. 16p. (Embrapa Agroenergia. Circular Técnica, 03). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/872917/1/CIT03.pdf>>. Acesso em: 20 de agos 2016.
- WASTOWSKI, A. D.; ROSA, G. M. DA.; CHERUBIN, M. R.; E RIGON, J. P. G. Caracterização dos Níveis de Elementos Químicos em Solo, Submetido a Diferentes Sistemas de Uso e Manejo, Utilizando Espectrometria de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva (EDXRF). *Química Nova*, v.33, n. 7, p.1449-1452, 2010.
- WASTOWSKI, A. D.; ROSA, G. M. DA.; CHERUBIN, M. R.; E RIGON, J. P. G. Caracterização dos níveis de elementos químicos em solo, submetido a diferentes sistemas de uso e manejo, utilizando espectrometria de fluorescência de raios-x por energia dispersiva (EDXRF). *Química Nova*, v.33, n.7, p.1449-1452, 2010.
- WEIDLER, P. G.; LUSTER, J.; SCHNEIDER, J.; STICHER, H.; GEHRING, A. U. The Rietveld Method applied to the quantitative mineralogical and chemical analysis of a Ferralitic soil. *European Journal of Soil Science*, v.49, p.95-105, 1998.
- ZANARDO, A.; MARQUES JÚNIOR, J. Conceitos Básicos em Mineralogia. In. MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (Ed.) *Química e Mineralogia do Solo: Parte I - Conceitos Básicos*. Viçosa, MG: SBCS, 2009. Cap. 2. p.73-150.

CARACTERIZAÇÃO MACROMORFOLÓGICA DOS HORIZONTES SUPERFICIAIS E ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO NUMA TOPOSEQUÊNCIA DE SOLOS EM AREIA NA PARAÍBA

Ranierica Xavier dos Santos¹
Roseilton Fernandes dos Santos²
Diogo Danilo de Sousa Freitas³
Kalline de Almeida Alves Carneiro⁴
Helton de Souza Silva⁵

¹Engenheira Agrônoma pela UFPB/CCA, raniericaxavier@hotmail.com

²Professor Adjunto, UFPB/CCA/DSER, roseilton@cca.ufpb.br

³Graduando em Agronomia, UFPB/CCA/DSER, diogodanosf@gmail.com

⁴Doutoranda em Ciência do Solo, UFPB/CCA/DSER, kallinequimica2014@gmail.com

⁵Mestrando em Ciência do Solo, UFPB/CCA/DSER, heltonssilva@gmail.com

Introdução

Mudanças no uso do solo, proveniente da ação antrópica, tem efeito significativo na alteração nos compartimentos físicos e químicos da matéria orgânica, modificando, assim, a sua dinâmica quando há conversão de áreas nativas para sistemas agrícolas (FRAZÃO et al., 2010).

No âmbito das mudanças climáticas globais, o solo e suas formas de uso estão em foco, sobretudo no que se refere à agricultura. Os solos agrícolas podem atuar como dreno ou fonte de gases de efeito estufa (GEE), dependendo do sistema de manejo a que forem submetidos (IPCC, 2001). Sistemas de manejo que aumentem a adição de resíduos vegetais e a retenção de C no solo se constituem em alternativas importantes para aumentar a capacidade de dreno de C-CO² atmosférico e mitigação do aquecimento global (AMADO et al., 2001; BAYER et al., 2006).

O solo classificado é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contêm matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2014).

Em algumas áreas na Zona do Brejo devido às chuvas frequentes e ao fornecimento de umidade pela condensação dos nevoeiros, desenvolvem-se formações vegetais que podem ser consideradas como disjunções da floresta subperenifólia, conhecidas por matas serranas. Estas áreas possuem o mesmo bioclima, as formações florestais, fisionomia e composição semelhantes às florestas da Zona do Litoral e da Mata (PORTO et al., 2004).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo caracterizar as feições morfológicas e estimar o estoque de carbono, com a finalidade de avaliar o melhor manejo de conservação desses solos representativos do município de Areia - PB nos distintos agrossistemas da Fazenda Jardim.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Jardim, área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II Areia-PB. A fazenda Jardim localiza-se na porção noroeste do município de Areia, tendo suas coordenadas geográficas 6°58'12"S e 35°42'15"W. Sua altitude média é de 590 m, e o relevo apresenta-se entre ondulado e fortemente ondulado, característico da região. Topos arredondados e em forma de chã são interrompidos por encostas com predominância de vertentes com gradientes fortes a suaves, que convergem para baixadas de fundo chato, em forma de "U" e de fundo mais estreito em forma de "V". Localiza-se a 8 km da sede do município, ao longo e à direita da estrada "Anel do Brejo" (PB-079), no trecho Areia-Remígio (HENRIQUES, 2012).

A vegetação original é representada pela Floresta Tropical Subperenifólia, com trechos de transição para a Caatinga ou Savana Estépica, conforme IBGE (2011).

Os solos mais representativos da propriedade foram agrupados em duas topossequências, com a finalidade de produzir um trabalho mais compacto, porém elucidativo sobre os solos da Propriedade. A topossequência I, composta pelas unidades taxonômicas Latossolo Amarelo, Argissolo Vermelho, Planossolo Háptico e Gleissolo Melânico, e a topossequência II, composta por Argissolo Amarelo,

Argissolo Vermelho, Argissolo Amarelo, Neossolo Regolítico e Gleissolo Melânico (HENRIQUES, 2012). Sendo este trabalho voltado para dados e informações da topossequência I.

Os Latossolos são constituídos por material mineral apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A dentro de 200 cm a partir da superfície ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura (EMBRAPA, 2014).

Os Argissolos compreendem solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para ser enquadrado nas classes dos Luvisolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos (EMBRAPA, 2014).

Os Planossolos compreendem solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte pã, responsável pela formação de lençol d'água sobreposto (suspensão), de existência periódica e presença variável durante o ano (EMBRAPA, 2014).

Os planossolos geralmente ocorrem em áreas que apresentam alternância de ciclos de umedecimento e secagem, e em áreas de topografia plana ou deprimida, podendo, em alguns casos, ocorrer em superfícies moderadamente onduladas (JACOMINE, 1996). No Brasil, os planossolos ocorrem em vários Estados, sendo mais expressiva sua presença no Semiárido do Nordeste (OLIVEIRA et al., 1992).

Conforme especificado no SiBCS (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos), a classe dos Gleissolos compreende solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro dos primeiros 150 cm da superfície do solo, imediatamente abaixo de horizontes A ou E (com ou sem gleização, sendo que, por vezes, o próprio horizonte A ou E pode ser concomitantemente horizonte glei), ou de horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura; não apresentam textura exclusivamente areia ou areia-franca em todos os horizontes dentro dos primeiros 150 cm da superfície do solo ou até um contato lítico, tampouco horizonte vértico, ou horizonte B textural com mudança textural abrupta acima ou coincidente com horizonte glei ou qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei. Horizonte plíntico, se presente, deve estar à profundidade superior a 200 cm da superfície do solo. Sendo assim, a base para sua caracterização é a hidromorfia, expressa por forte gleização, resultante de processamento de intensa redução de compostos de ferro, em presença de matéria orgânica, com ou sem alternância de oxidação, por efeito de flutuação de nível do lençol freático, em condições de regime de excesso de umidade permanente ou periódico.

Segundo BRASIL (1972) e Oliveira (2008), em todo o Estado da Paraíba, os Argissolos são a terceira ordem de maior ocorrência, contribuindo com pouco mais de 13% do total. Sendo os Argissolos e Neossolos, junto com Gleissolos e Latossolos objetos de estudo do presente trabalho. Na microrregião do Brejo Paraibano os Argissolos ocorrem com maior frequência, sendo os solos dominantes na Propriedade Jardim.

A fazenda Jardim tem área total de 152,5 ha, os perfis da topossequência I possuem área de P1: 3,2 ha, P8: 36,1 ha, P10: 19 ha e P7: 4,4 ha, totalizando uma área de 62,7 ha.

Os perfis das topossequências estudadas tem como uso atual os seguintes agrossistemas, P1- Reserva florestal, P8- Reserva de topo, P10- Cultivo de subsistência e P7- Plantio de sabiá.

Foram coletadas amostras de solo deformadas e indeformadas em diferentes profundidades para as análises física e química nos horizontes superficiais da topossequência estudada, perfis P1, P8, P10 e P7, em trincheiras já existentes nos locais da coleta.

As amostras de solo indeformadas foram coletadas através de um anel de aço (Kopecky) e as amostras deformadas foram coletadas com auxílio de uma pá e posteriormente colocadas em sacos plásticos e fechadas com barbante. As análises de densidade, carbono e matéria orgânica foram realizadas em todas as amostras de solo com base nas metodologias descritas no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 2017).

A densidade do solo foi determinada de acordo com o Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 2017). A análise tem como princípio a coleta de amostras de solo com estrutura indeformada através de um anel de aço (Kopecky) de bordas cortantes e volume interno de 50cm³.

O procedimento consiste em determinar ou anotar o volume do anel ou cilindro que contém a amostra, pesar o conjunto e anotar o peso, ou transferir a amostra para lata de alumínio numerada e de peso conhecido, e pesar. Colocar na estufa a 105°C e, após 24 e 48 horas, retirar, deixar esfriar e pesar. Por fim calcular através da fórmula Densidade (g/cm^3) = Massa / Volume.

O carbono e a matéria orgânica foram determinados de acordo com o Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 2017). Essa análise tem como princípio a oxidação da matéria orgânica via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico, empregando-se como fonte de energia o calor despreendido do ácido sulfúrico e/ou aquecimento. O excesso de dicromato após a oxidação é titulado com solução padrão de sulfato ferroso amoniacal (sal de Mohr).

A análise consiste em tomar aproximadamente 20g de solo, triturar em geral e passar em peneira de 80 mesh. Pesar 0,5g do solo triturado e colocar em Erlenmeyer de 250ml. Adicionar 10 ml (pipetados) da solução de dicromato de potássio 0,4N. Incluir um branco com 10 ml da solução de dicromato de potássio e anotar o volume de sulfato ferroso amoniacal gasto. Colocar um tubo de ensaio de 25 mm de diâmetro e 250 mm de altura cheia de água na boca do Erlenmeyer, funcionando este como condensador. Aquecer em placa elétrica até a fervura branda durante 5 minutos. Deixar esfriar e juntar 80 ml de água destilada, medida com proveta, 2 ml de ácido ortofosfórico e 3 gotas do indicador difenilamina. Titular com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1N até que a cor azul desapareça, cedendo lugar à verde. Anotar o número de mililitros gastos.

Sendo por último feito o cálculo de acordo com a fórmula; $C (\text{g}/\text{kg}) = (40 - \text{volume gasto}) \times 40/v$. sulfato ferroso gasto na prova em branco $\times 0,6$ para determinação do carbono e a fórmula; Matéria orgânica (g/kg) = $C (\text{g}/\text{kg}) \times 1,724$ para determinar matéria orgânica.

Os estoques de C de cada uma das camadas, em todas as áreas estudadas, foram calculados pela expressão: $\text{Est C} = (\text{CO} \times \text{Ds} \times e) / 10$; recomendada por Veldkamp (1994).

Resultados e Discussão

As amostras de solo no P1, Latossolo Amarelo Distrófico húmico (Figura 1), foram coletadas nas profundidades: 0 - 10 cm; 10 - 20 cm; 20 - 70 cm; 70 - 100 cm; 100 - 140 cm. As amostras de solo no P8, Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico úmbrico endoáquico (Figura 2), foram coletadas nas profundidades: 0 - 20 cm; 20 - 45 cm e 45 - 80 cm. As amostras de solo coletadas no P10, Planossolo Háplico Eutrófico úmbrico (Figura 3), foram coletadas nas profundidades: 0 - 10 cm; 10 - 30 cm; 30- 60 cm. As amostras de solo coletadas no P7, Gleissolo Melânico Tb Distrófico úmbrico (Figura 4), foram coletadas nas profundidades: 0 - 8 cm; 8 - 21 cm e 21- 50 cm.



Figura 1. Perfil do Latossolo Amarelo distrófico húmico (P1). Fonte: Henriques (2012).



Figura 2. Perfil do Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico úmbrico endoáquico (P8) na estação seca (1) e na chuvosa (2). Fonte: Henriques (2012).



Figura 3. Perfil do Planossolo Háplico Eutrófico úmbrico (P10). Fonte: Henriques (2012).



Figura 4. Perfil do Gleissolo Melânico Tb Distrófico úmbrico (P7). Fonte: Henriques (2012).

Os dados morfológicos dos perfis das topossequências estudadas, encontra-se em P1 na Tabela 1, P8 na Tabela 2, P10 na Tabela 3 e P7 na Tabela 4.

O perfil da Tabela 1 trata-se de um solo muito intemperizado, profundo e de boa drenagem. A faixa que contém os dois horizontes superficiais que é rica em matéria orgânica, mostrou uma coloração que varia de preto a bruno acinzentado muito escuro.

A seguir são representadas as variações morfológicas do perfil 1.

Tabela 1. Descrição Morfológica do Perfil 1- Latossolo Amarelo Distrófico húmico

HORIZ.	DESCRIÇÃO
Ap	0 -10 cm. Bruno-escuro (10 YR 3/3 seco), e preto (10 YR 2/1 úmido); argilo-arenosa; moderada, pequena a média, granular; poros muito pequenos; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara
A₁	10 -20 cm. Bruno-escuro (10 YR 3/3 seco), e bruno muito escuro (10 YR 2/2 úmido); argilo-arenosa; moderada, pequena a média, blocos subangulares; poros comuns muito pequenos; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual
A₂	20 -70 cm, bruno-acinzentado muito escuro (10 YR 3/2 seco), e bruno muito escuro (10 YR 2/2 úmido); franco-argilo-arenosa; moderada, média, blocos subangulares; poros comuns muito pequenos; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual
A₃	70 -100 cm. Bruno-escuro (10 YR 4/3 seco), e bruno muito escuro (10 YR 2/2 úmido); argilosa; moderada, média a grande, blocos subangulares e angulares; poros comuns muito pequenos; dura, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e gradual
AB	100 -140 cm. Bruno-escuro (10 YR 3/3 seco), e bruno-acinzentado muito escuro (10 YR 3/2 úmido); argilosa; moderada, média, blocos subangulares; poros comuns muito pequenos; dura, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e gradual

O perfil da Tabela 2, apresenta um solo profundo, brandamente drenado, com presença de cores que vão de bruno muito escuro ao bruno acinzentado nos horizontes superficiais.

A seguir são representadas as variações morfológicas do perfil 8.

Tabela 2. Descrição Morfológica do Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico úmbrico endoáquico

HORIZ.	DESCRIÇÃO
A₁	0-20 cm, bruno-acinzentado muito escuro (10 YR 3/2 seco) e bruno muito escuro (10 YR 2/2 úmido); areia franca; fraca, pequena, blocos angulares e subangulares; muito poroso; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa
A₂	20-40/45 cm, bruno-acinzentado escuro (10 YR 4/2, seco); bruno-acinzentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido); franco-argilo-arenosa; moderada, média, blocos angulares e subangulares; muito poroso; macio, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa
AB	40/45-80 cm, bruno-acinzentado muito escuro (10 YR 3/2 úmido) e cinzento escuro (10 YR 4/1 seco); franco-argilo-arenosa; moderada, grande, blocos angulares e subangulares; poros pequenos e muito pequenos; duro, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição irregular e clara

O perfil da Tabela 3 trata-se de um solo mal drenado, pouco profundo, com material litóide encontrado à profundidade de 90 cm. O horizonte superficial, mais arenoso, associado à falta de técnicas conservacionistas e ao regime pluvial da região, proporciona grande índices de erosão.

A seguir são representadas as variações morfológicas do perfil 10.

Tabela 3. Descrição Morfológica do Planossolo Háptico Eutrófico Úmbrico

HORIZ.	DESCRIÇÃO
Ap	0 -10 cm. Bruno-acinzentado escuro (10 YR 4/2 seco), e preto (10 YR 2/1 úmido); areia franca; fraca a moderada, pequena, blocos angulares e subangulares; poros pequenos; macia, muito friável, não plástica, não pegajosa; transição plana e clara
A₁	10 - 20/30 cm. Cinzento-escuro (10 YR 4/1 seco), e cinzento muito escuro (10 YR 3/1 úmido); franco-arenosa; moderada, média a grande, blocos subangulares; poros muito pequenos; ligeiramente dura, muito friável, não plástica, não pegajosa; transição plana e clara
A₂	30 - 55/60 cm. Cinzento-escuro (10 YR 4/1 seco), e preto (10 YR 2/1 úmido); franco-arenosa; moderada, grande a muito grande, blocos subangulares; poros muito pequenos; dura, friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição ondulada e abrupta

O perfil com as informações da Tabela 4 está relacionado com uma baixada inundável que permanece com lençol freático alto durante toda a estação chuvosa, sendo assim este solo reflete as consequências ambientais principalmente pela cor acinzentada do horizonte subsuperficial.

A seguir são representadas as variações morfológicas do perfil 7.

Tabela 4. Descrição Morfológica do Gleissolo Melânico Tb Distrófico Úmbrico

HORIZ.	DESCRIÇÃO
Ap	0 - 8 cm. Cinzento-escuro (10 YR 4/1 seco), e preto (10 YR 2/1 úmido). Franco-argilo- arenosa; moderada, pequena, blocos angulares; poros muito pequenos; dura, muito friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara
A ₁	8 -21 cm. Cinzento-escuro (10 YR 4/1 seco), e preto (10 YR 2/1 úmido). Franco-argilo- arenosa; moderada, blocos angulares médios a grandes; poros muito pequenos; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara
A ₂	21 - 38/50 cm. Cinzento-escuro (10 YR 4/1 seco), e preto (7,5 YR 2/1 úmido). Franco- argilo-arenosa; moderada, grande, blocos angulares; poros muito pequenos; dura, muito friável; não plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e abrupta

Os resultados das análises física e química de todos os perfis estão representados na sequência de tabelas, P1 apresentados na Tabela 5, P8 apresentados na Tabela 6, P10 apresentados na Tabela 7 e P7 apresentados na Tabela 8.

Pode-se observar na Tabela 5 que no perfil 1 há um maior estoque de carbono no horizonte A₂, seguido pelo A₃, Ap, A₁ e por último com menor estoque o horizonte AB.

O P1 possui uma riqueza em carbono orgânico que pode ser relacionada com o clima do Brejo de Altitude e também por ser uma área de reserva florestal, onde o horizonte A não foi danificado ou alterado por erosão ou cultivo agrícola impróprio.

Tabela 5. Estoque de Carbono do Latossolo Amarelo Distrófico húmico

Horiz.	Prof. cm	DS g/cm ³	C -----g/kg-----	MO	EC. Calculado MgC.ha ⁻¹
Ap	0 - 10	1,49	19,32	33,31	28,79
A ₁	10 - 20	1,56	15,30	26,38	23,88
A ₂	20 - 70	1,54	11,70	20,17	90,09
A ₃	70 - 100	1,34	7,20	12,41	28,94
AB	100 - 140	1,34	3,00	5,17	16,08
Total do EC. Calculado				187,78	

Horiz. = Horizonte; Prof. = Profundidade; DS = Densidade do solo; C = Carbono; MO = Matérias Orgânica; EC. Calculado = Estoque de Carbono Calculado.

Através dos resultados da Tabela 6 observa-se que o estoque de carbono do horizonte AB é maior que os dos horizontes A₁ e A₂.

A matéria orgânica do solo (MOS), composta predominantemente de todo o carbono orgânico presente no solo, está relacionada com a maioria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo e do ambiente (ROSCOE & MACHADO, 2002).

Tabela 6. Estoque de Carbono do Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico Úmbrico endoáquico

Horiz.	Prof. cm	DS g/cm ³	C -----g/kg-----	MO	EC. Calculado MgC.ha ⁻¹
A ₁	0 -20	1,61	6,90	11,9	22,22
A ₂	20 - 45	1,64	6,60	11,38	27,06
AB	45 - 80	1,51	5,70	9,83	30,12
Total do EC. Calculado:				79,4	

Horiz. = Horizonte; Prof. = Profundidade; DS = Densidade do solo; C = Carbono; MO = Matérias Orgânica; EC. Calculado = Estoque de Carbono Calculado.

De acordo com as informações da Tabela 7, o horizonte A₁ possui um maior estoque de carbono que os demais horizontes. Esse solo é utilizado para o cultivo de subsistência, porém possui algumas desvantagens agrícolas do ponto de vista físico, por ser um solo mais raso, arenoso superficialmente, e pela permeabilidade baixa no horizonte subsuperficial, além de possuir acentuados índices de erosão. Sistemas de produção conservacionistas, quando comparados às práticas intensivas da agricultura convencional, têm grande potencial na redução das emissões de gases de efeito estufa (GEEs), diminuição do consumo de combustíveis durante o processo de produção e ainda podem elevar os

estoques de carbono orgânico do solo (COS), mantendo os serviços ambientais e atenuando os efeitos negativos provocados pelas mudanças climáticas (PARRON et al., 2015).

Tabela 7. Estoque de carbono do Planossolo Háptico Eutrófico típico

Horiz.	Prof. cm	DS g/cm ⁻³	C -----g/kg-----	MO	EC. Calculado MgC.ha ⁻¹
Ap	0 - 10	1,63	9,12	15,72	14,86
A ₁	10 - 30	1,59	7,50	12,93	23,85
A ₂	30 - 60	1,64	3,60	6,21	17,71
Total do EC. Carbono:					56,42

Horiz. = Horizonte; Prof. = Profundidade; DS = Densidade do solo; C = Carbono; MO = Matérias Orgânica; EC. Calculado = Estoque de Carbono Calculado.

Na Tabela 8 o horizonte A₂ apresentou um maior estoque de carbono, seguido pelo estoque do horizonte Ap e por fim com menor estoque o horizonte A₁.

Os sistemas agroflorestais se inserem nesse contexto, porque se considerada como excelente alternativa para mitigação de GEEs (NAIR et al., 2009). Esses são amplamente utilizados no mundo, com o cultivo simultâneo de árvores, espécies agrícolas e/ou animais, de acordo com um arranjo espacial e/ou temporal e ainda produzem grande quantidade de biomassa, favorecendo o acúmulo de carbono (ALTIERI, 2012).

O Planossolo tem como uso atual o plantio de sabiá, os dados com adequados teores de carbono orgânico, indicam que este solo possui uma boa capacidade agrícola.

Tabela 8. Estoque de carbono do Gleissolo Melânico Tb Distrófico úmbrico

Horiz.	Prof. cm	DS g/cm ⁻³	C -----g/kg-----	MO	EC. Calculado MgC.ha ⁻¹
Ap	0 - 8	1,39	12,90	22,24	14,34
A ₁	8 - 21	1,51	6,00	5,17	11,78
A ₂	21 - 50	1,55	7,62	13,14	34,25
Total do EC. Calculado:					60,25

Horiz. = Horizonte; Prof. = Profundidade; DS = Densidade do solo; C = Carbono; MO = Matérias Orgânica; EC. Calculado = Estoque de Carbono Calculado.

Na Figura 5 observa-se que o perfil 1 contém a maior quantidade de estoque de carbono, que está relacionado com como esse agrossistema está sendo utilizado, reserva florestal. Em seguida o P8 que é uma reserva de topo, P7 onde é cultivado plantio de sabiá e por último com menor quantidade de estoque de carbono o P10 que é um solo onde há cultivo de subsistência.

A taxa de entrada de C no solo está relacionada com a produtividade da vegetação que cresce neste solo, medida pela produção primária líquida (NPP) (SMITH, 2008).

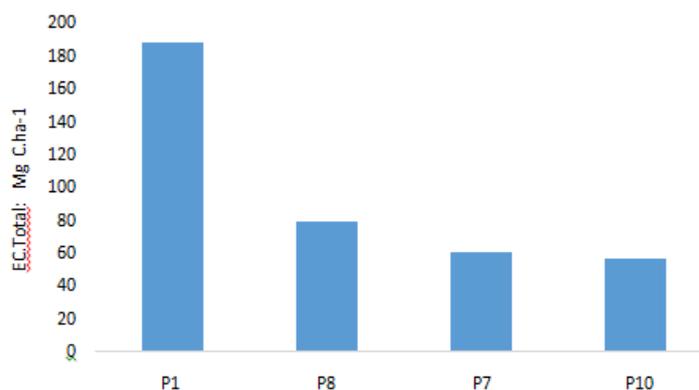


Figura 5. Estoque de carbono total dos perfis da topossequência I.

Na Figura 6 observa-se que o perfil 8 da topossequência I possui o maior maior estoque de carbono em sua área total na Fazenda Jardim, seguido pelo P10, P1 e por último P7.

Observa-se que o P8 apresentou um maior estoque de carbono por ser composto por 36,1 ha, sendo o perfil que apresenta maior área quando comparado aos demais perfis da topossequência estudada.

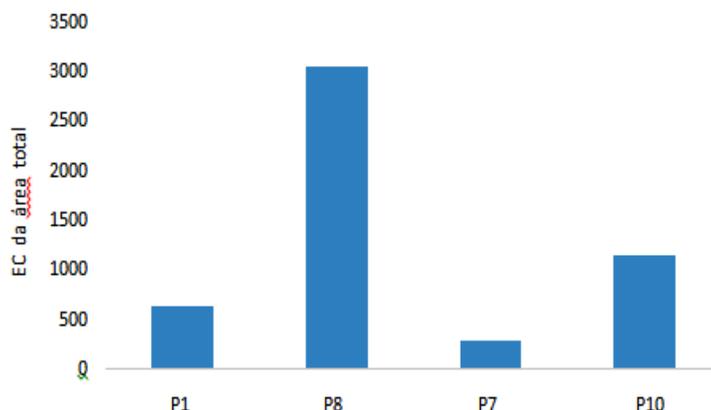


Figura 6. Estoque de carbono na área total de cada perfil de solo da topossequência I.

Conclusão

Dentre as principais feições morfológicas caracterizadas nos horizontes superficiais dos solos estudados registrou-se a presença marcante de horizontes preservados e profundos como a presença de A Húmico e A Proeminente nos perfis P1, P7 e P8.

A sequência decrescente de Estoque de Carbono nos horizontes superficiais dos solos da topossequência I estudada foi respectivamente $P1 > P8 > P7 > P10$.

Referências

- AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, p.189-197, 2001.
- ALTIERI, M. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. 3. ed. Rio de Janeiro: Expressão Popular, 2012. 400p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Pesquisas e Experimentação. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. I. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado da Paraíba. II. Interpretação para uso agrícola dos solos do estado da Paraíba. Rio de Janeiro, 1972. 683p. (Boletim Técnico, 15; SUDENE. Série Pedologia,08).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solos*. 3. Ed. Rev. e Ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017. 573p.
- EMBRAPA. *Levantamento Detalhado de Solos em uma Área de Reassentamento de Colonos na Bacia do Jatobá - PE*. Comunicado Técnico 41. Embrapa Solos. Rio de Janeiro, 2006.
- EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Humberto Gonçalves dos Santos et al. 4. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3.ed. Brasília, Embrapa Solos, 2013. 353p.
- FRAZÃO, L. A.; SANTANA, I. K. da S.; CAMPOS, D. V. B. de; FEIGL, B. J.; CERRI, C. C. Estoque de carbono e nitrogênio e fração leve da matéria orgânica em Neossolo Quartzarênico sob uso agrícola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* v.10, p.1198-1204, 2010.
- HENRIQUES, T. M. M. *Caracterização e mapeamento de solos em brejo de altitude na propriedade jardim, área experimental do CCA/UFPB, em Areia-PB*. 131f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB, 2012.
- JACOMINE, P. K. T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: *Reunião técnica sobre solos coesos dos tabuleiros costeiros; Pesquisa e desenvolvimento para os tabuleiros costeiros*. Cruz das Almas, 1996. Anais...Aracaju, EMBRAPA - CPATC/ EMBRAPA - CNPMF/EAUFBA/IGUFBA. 1996. p.13-26.
- NAIR, P. K. R.; KUMAR, B. M.; NAIR, V. D. Agroflorestal como estratégia de sequestro de carbono. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v.172, n.1, p.10-23, 2009.

- OLIVEIRA, J. B.; KLINGER, T. J.; CAMARGO, M. N. Classes gerais de solos do Brasil - guia auxiliar para seu reconhecimento. 2ª ed. FUNEP, 1992. 201p.
- PARRON, L. M.; RACHWAL, M. F. G.; MAIA, C. M. B. F. Estoques de carbono no solo Como indicador de serviços ambientais. In: Parron, L. M. et al. Serviços ambientais em sistemas agrícola e florestais do Bioma Mata Atlântica. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p.71-83.
- CABRAL, J. J. P.; PORTO, K. C.; TABARELLI, M. Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação. (Série Biodiversidade, 9). Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 2004. 324p.
- ROSCOE, R.; MACHADO, P. L. O. de. A. Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002.
- SMITH, P. Land use change and soil organic carbon dynamics. Nutrient Cycling in Agroecosystems, v.81, p.169-178, 2008.
- VELDKAMP, E. Carga de carbono orgânico em três solos tropicais sob pastagem após o desmatamento. Soil Science Society of America Journal, v.58, p.175-180, 1994.

CRESCIMENTO DO GERGELIM (*Sesamum indicum* L.) SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SOLUÇÃO ORGANOMINERAL VIA FERTIRRIGAÇÃO

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro¹

Josué Luís Ferreira²

Messias Firmino de Queiroz³

Nair Helena Castro Arriel⁴

¹Mestrando em Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Campus Universitário III, Bananeiras - PB, victor_herbert_cg@hotmail.com

²Graduado em Agroecologia, Universidade Estadual da Paraíba, campus II, Grande-PB, jossuecg@ig.com.br

³Professor adjunto, Universidade Estadual da Paraíba, campus II, Campina Grande-PB, mefiqueiroz@hotmail.com

⁴EMBRAPA Algodão, Campina Grande-PB, nair.arriel@embrapa.br

Introdução

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é a mais antiga oleaginosa conhecida, tendo como centro de origem a África, devido à existência da maioria das espécies silvestres do gênero *Sesamum* (EMBRAPA, 2012). De acordo com Arriel (2006), o gergelim vem sendo explorado há mais de 60 anos no Brasil. Segundo Ferreira (2017), é extraído óleo de excelente qualidade das suas sementes, com propriedades antioxidantes conhecidos devido à presença de substâncias como a sesamolina, o sesamol e a sesamina.

A partir do final da década de 80, a importância econômica do gergelim tem crescido gradativamente, e à medida que, foram descobertas novas fontes de aproveitamento do grão e de seus subprodutos, o gergelim destacou-se num mercado sempre crescente, nos setores da panificação e na indústria de biscoitos, além de um mercado ainda não explorado, o óleo para consumo humano (BARROS et al., 2001). Sua principal finalidade é a extração do óleo com aplicações nas indústrias alimentícias e óleo-química, que se encontra em plena ascensão, com aumento anual de aproximadamente 15% na quantidade de produtos industrializáveis sendo uma alternativa para o sistema produtivo, podendo competir com outras oleaginosas, principalmente devido ao fato de suas sementes conterem cerca de 50% de óleo de excelente qualidade (ARRIEL et al., 2006).

O gergelim possui potencial para ascensão no mercado nacional e mundial, visto que suas principais características são a sua tolerância à seca, a sua boa produtividade e o seu óleo, considerado de boa qualidade, que pode ser utilizado na formulação de biocombustíveis. Por possuir histórico de cultivo em regiões do Nordeste do Brasil, a sua particularidade de tolerância em relação a períodos com baixa pluviosidade torna-se relevante, buscando-se otimizar a produtividade com base nessa característica. A adubação é um dos principais temas abordados na produção de gergelim, e, conseqüentemente, a utilização de biofertilizantes. A utilização de biofertilizantes orgânicos se mostra uma alternativa considerada excelente quando se visa o aumento da produção sem que haja desgastes ambientais consideráveis aliado à economia de capital, além de promover a qualidade do solo em que é aplicado - aumentando seu teor de matéria orgânica e suas características físicas, químicas e biológicas (OLIVEIRA et al., 2001; WILLER & YUSSEFI, 2001; ARAÚJO et al., 2007; MENEZES & SALCEDO, 2007).

Azevedo (2003) afirma que um dos principais problemas enfrentados pelos agricultores do Nordeste brasileiro, além da baixa qualidade das sementes e da terra, é a escassez de água, esses fatores, principalmente quando somados, acarretam em prejuízos para os produtores e para a economia nacional. E na Paraíba, esta cultura constitui excelente opção agrícola por possuir satisfatório grau de resistência à seca associado ao baixo custo de produção (BELTRÃO et al., 1991).

O objetivo deste trabalho é avaliar o cultivo do gergelim sob diferentes níveis de solução organomineral via fertirrigação com diferentes níveis de biofertilizante otimizado e formular um biofertilizante que preencha a demanda nutricional do gergelim segundo recomendação de adubação.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada em campo durante a estação seca entre novembro de 2015 até fevereiro de 2016, com irrigação por gotejamento, em ambiente pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Campus II da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, PB.

De acordo com a classificação de Köppen, o local do experimento é do tipo AS: tropical com estação seca, possuindo médias anuais de temperatura em torno de 22°C – sendo a máxima de 26°C e a mínima de 19°C, evapotranspiração anual média de 500mm, precipitação média anual excedendo 700mm e 80% de umidade relativa média anual.

Os genótipos BRS 196 e G2, ambos desenvolvidos pela EMBRAPA Algodão, foram escolhidos para estudo no experimento, das quais possuem como principais características: plantas com surgimento de ramificações, cápsulas deiscências, ciclo entre 85 e 90 dias com surgimento da floração aos 35 dias após germinação.

Por ser um experimento em campo e, conseqüentemente, possuir interferência das condições edafoclimáticas do local, optou-se por um delineamento de blocos casualizados ao acaso, para anular tais interferências, com quatro repetições e cinco tratamentos que correspondem aos diferentes níveis da adubação sugerida para a cultura do gergelim (50-80-20) (CAVALCANTI, 1998), sendo os tratamentos: (T1 = testemunha absoluta; T2 = 30%; T3 = 60%; T4 = 90% e T5 = 120%). Após os 15 dias após a emergência das plantas, iniciou-se a aplicação dos tratamentos via fertirrigação a cada 3 dias, encerrando as aplicações até o início da floração do gergelim (48 dias após a emergência).

O experimento foi dividido em quatro blocos com doze parcelas experimentais de 3m de largura por 3 metros de 3 metros de largura cada e três filas com 10 plantas com espaçamento de 10 centímetros por planta e 1 metro entre filas. Cada bloco possui 15 metros de comprimento por 6 metros. Dentre as três filas de plantas por parcela, a fila central foi denominada de fila útil, onde foram realizadas as avaliações, e as demais de bordaduras.



Fonte: Autor da pesquisa

Figura 1. Divisão do experimento em blocos e suas respectivas parcelas.

Após seleção das sementes, a semeadura foi realizada em 20 de novembro de 2015, de forma manual em sulcos rasos (cerca de 2 centímetros de profundidade) contínuos por volta de 30 sementes por metro linear, seguindo recomendação de Arriel et al. (2009). Com o campo próximo à sua capacidade de campo realizou-se o desbaste das plantas em duas etapas: à priori quando as plantas desenvolveram 4 folhas, deixando por volta de 20 plantas por metro, e depois quando as plantas alcançaram por volta de 15 cm, totalizando 10 plantas por metro, por fim 30 plantas por fila (ARRIEL et al., 2009). Ao completar os 90 DAE (dias após emergência) a colheita foi realizada, e após cortadas, as plantas foram amarradas em feixes por parcelas e por tratamento, foram postas para secar durante 15 dias em casa de vegetação e depois batidos, ventilados para a coleta e análise das sementes.

Os tratamentos de caráter fitossanitários visaram o controle das principais pragas e doenças do gergelim, que, de acordo com Arriel et al. (2009) são: cigarrinha-verde, mosca-branca, lagartas-enroladeiras, pulgão, saúva, mancha-angular, podridão negra do caule, a murcha de fusarium e a cercosporiose. O controle da vegetação espontânea foi realizado de forma manual, eliminando as plantas por roçado e/ou corte.

O solo da área do experimento, classificado como Neossolo Regolítico Eutrófico (EMBRAPA, 2009), é declivoso (até 15%), profundo, de textura arenosa, com boa drenagem e de fertilidade moderada (Tabela 1).

Tabela 1. Características físico-hídricas e químicas do solo do local do experimento, com base em análise das amostras em duas profundidades

Características físico-hídrica	Unidade	Profundidade:	Profundidade:
		0 a 20 cm	20 a 40 cm
		Valor	Valor
Areia	g kg ⁻¹	871,07	884,47
Silte	g kg ⁻¹	87,13	73,70
Argila	g kg ⁻¹	41,80	41,80
Classificação textural	-	Franco-arenoso	Franco-arenoso
Densidade do solo (ds)	g cm ⁻³	1,49	1,48
Densidade das Partículas (dp)	g cm ⁻³	2,75	2,73
Porosidade (ε)	%	45,84	45,62
Capacidade de Campo (10,13 kPa) (CC)	g kg ⁻¹	95,93	121,50
Ponto de Murchamento (1519,87 kPa) (PM)	g kg ⁻¹	50,53	51,53
Água Disponível (AD)	g kg ⁻¹	45,40	70,00
Características químicas (complexo sortivo)	Unidade	Profundidade: 0 a 20	Profundidade: 20 a 40
		cm	cm
		Valor	Valor
Cálcio - Ca	cmol _c dm ⁻³	3,50	3,10
Magnésio - Mg	cmol _c dm ⁻³	2,53	2,12
Sódio - Na	cmol _c dm ⁻³	0,02	0,02
Potássio - K	cmol _c dm ⁻³	0,26	0,19
Soma de bases - S	cmol _c dm ⁻³	6,28	5,44
Hidrogênio	cmol _c dm ⁻³	2,07	2,47
Alumínio	cmol _c dm ⁻³	0,00	0,07
Capacidade de troca catiônica	cmol _c dm ⁻³	8,34	8,14
Carbonato de Cálcio Quantitativo	%	Ausência	Ausência
Carbono orgânico	Gkg ⁻¹	1,19	0,93
Matéria Orgânica - M.O.	G kg ⁻¹	2,05	1,61
Nitrogênio - N	g kg ⁻¹	0,11	0,09
Fósforo assimilável - P	mg dm ⁻³	5,64	5,49
pH em água (1:2,5)	-	6,14	6,01
Condutividade elétrica suspensão solo-água (1:2,5) (CEsa)	dS m ⁻¹	0,14	0,13

Com o auxílio da ferramenta SOLVER do Microsoft Office Excel, e seguindo a metodologia descrita por Cavalcanti (1998), formulou-se uma planilha com os ingredientes e suas quantidades que podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2. Composição química percentual dos ingredientes utilizados para formulação da solução organomineral e respectivas quantidades para preparação de 200 litros de solução

Nutrientes	Composição química dos ingredientes utilizados na formulação da solução organomineral ⁽¹⁾											Recomendação de adubação kg/360m ²
	Vinhoto	Melaço	Sangue	Leite	MAP*	CuSO ₄	ZnSO ₄	MnSO ₄	FeSO ₄	Ac. Bórico	SAM*	
-----%-----												
Macronutrientes⁽¹⁾												
N	0,012	0,800	2,550	5,370	11,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	19,600	1,440
P	0,005	0,210	0,047	0,680	60,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,304
K	0,040	2,190	0,191	1,470	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,576
Micronutrientes⁽²⁾												
Zn	0,000	0,003	0,000	0,011	0,000	0,000	35,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015
Fe	0,000	0,020	0,035	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	20,000	0,000	0,000	0,387
Mn	0,001	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36,380	0,000	0,000	0,000	0,062
Cu	0,000	0,006	0,000	0,002	0,000	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016
B	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	17,000	0,000	0,023
Quantidade (kg) dos ingredientes utilizados na formulação de 200 L de solução												
	161,454	20,000	5,000	5,000	3,696	0,036	0,076	0,159	2,065	0,179	2,334	

Fonte: ⁽¹⁾ Cavalcanti (1998). ⁽²⁾ Santos et al. (1982). *MAP=Fosfato monoamônio. *SAM= Sulfato de amônia.

O biofertilizante teve seu preparo constituído de duas etapas: A primeira, com a mistura dos ingredientes orgânicos com água em um reservatório de 180 litros, onde houve fermentação anaeróbica. Após a fermentação e estabilização da solução, foram adicionados os fertilizantes minerais até completa solubilização, obtendo assim a solução organomineral. Observa-se na tabela 3 os volumes da solução estoque e as quantidades de minerais disponíveis por aplicação.

Tabela 3. Volumes de solução estoque utilizados por aplicação em função dos tratamentos

Tratamento	% da dose recomendada	Volume da solução estoque (L) utilizado/aplicação	Quantidade (kg) do nutriente por aplicação							
			SAM*	MAP*	KNO ₃	ZnSO ₄	FeSO ₄	MnSO ₄	CuSO ₄	Ac. Bórico
T1	0	0,000	0,000 0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
T2	30	1,000	0,007 2	0,0115	0,0029	0,0002	0,0019	0,0003	0,0001	0,0001
T3	60	2,000	0,014 4	0,0230	0,0058	0,0000	0,0039	0,0006	0,0001	0,0002
T4	90	3,000	0,021 6	0,0346	0,0086	0,0000	0,0058	0,0009	0,0002	0,0003
T5	120	4,000	0,028 8	0,0461	0,0115	0,0006	0,0077	0,0012	0,0005	0,0005

*MAP=Fosfato monoamônio. *SAM = Sulfato de amônia.

Um dia antes da semeadura (19 de novembro de 2015), foi realizada uma irrigação em toda área do experimento, visando elevar o local à sua capacidade de campo (CC) e homogeneizar as parcelas. As irrigações posteriores foram realizadas a cada três vezes por semana, variando em função da evapotranspiração de referência (Eto) e do balanço hídrico climatológico, sendo calculados estimando o coeficiente cultural (kc) para o valor 1 (Kc - ETC/Eto).

De acordo com cada tratamento, dilui-se a solução organomineral em 15 litros de água, para adicioná-la ao sistema de irrigação por gotejamento, disponibilizando o biofertilizante para as cultivares. Cada fita gotejadora possuía 16 milímetros de diâmetro.

As coletas de dados de diâmetro caulinar (DC) em mm, altura de plantas (AP) em cm, número de ramos por planta (NDR), altura de inserção do primeiro fruto (AIPF), foram efetuadas nas cinco plantas úteis da linha central das parcelas a cada 15 dias após a emergência, encerrando as coletas aos 90 dias após a emergência.



Figura 2. Gergelim do experimento em fase de floração.

O DC foi avaliado utilizando-se um paquímetro digital na base das plantas, próximo ao solo; a AP foi medida com trena entre o colo da planta e a gema localizada no ramo mais alto; O NRP foi contado manualmente nas plantas úteis; a AIPF foi medida entre o colo da planta e a primeira cápsula inserida da planta útil. Todos os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância pelo programa SISVAR 5.1, quando houve significância no teste de F, as médias foram submetidas à análise de regressão.

Resultados e Discussão

Verifica-se, na Figura 3, a comparação de médias pelo teste de Tukey para o diâmetro por planta das cultivares de gergelim C1 (BRS 196) e C2 (G2) sob fertirrigação com biofertilizante aos 15 dias após a emergência (DAS), com a cultivar 1 possuindo média de 0,25 cm (2,5 mm) e a cultivar 2 com 0,28 cm (2,8 mm).

Comparando os resultados aferidos por Santos et al. (2010), avaliando o diâmetro caulinar em duas cultivares de gergelim (CNPA G3 e CNPA G4) utilizando água de abastecimento potável e água residuária tratada, com plantas em vasos, encontraram valores médios para o diâmetro caulinar aos 90 dias após a emergência das plântulas com 16,0 mm, observa-se diferença devido a diferença de período avaliado (início da emergência das plantas *versus* período próximo à colheita).

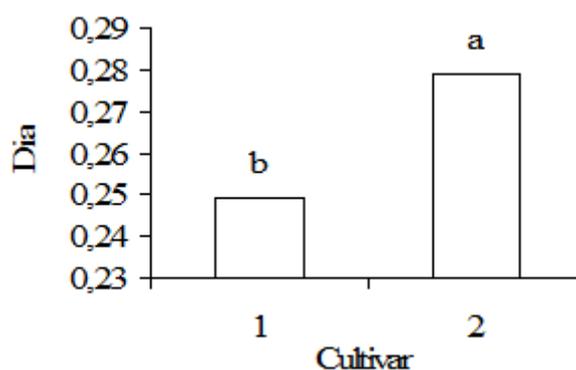


Figura 3. Diâmetro caulinar (cm) das cultivares do gergelim (C1 – BRS 196 e C2 – G2) Valores médios aos 15(DAE) das plântulas em função do biofertilizante.

Observa-se na Figura 4 que a cultivar BRS 196 (C1) possui uma diferença média em torno de 20 cm de altura maior que a cultivar G2 (C2). Lima (2006) observou uma altura máxima de 96,83 cm de altura do genótipo, resultados semelhantes aos encontrados na presente pesquisa.

Segundo Beltrão e Vieira (2001), o gergelim apresenta desenvolvimento vegetativo inicial lento e, a partir dos 50 DAE, as plantas aceleram o crescimento.

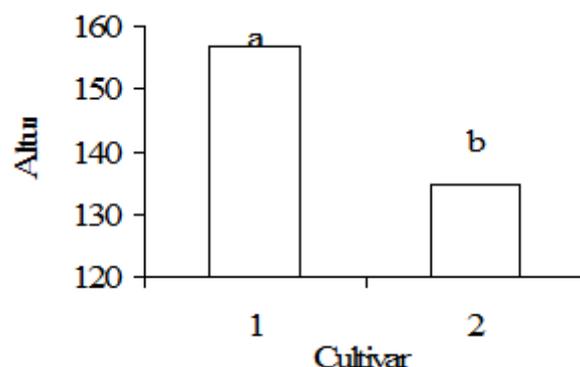


Figura 4. Valores médios para AP (cm), das cultivares C1 (BRS 196) e C2 (G2) do gergelim aos 100 dias após a emergência (DAE) das plântulas em função do biofertilizante.

Ao comparar as médias, verificou-se para a altura de inserção do primeiro fruto (AIPF) do gergelim, similaridade entre os genótipos BRS 196 e G2. Observa-se esta constatação na Tabela 4, a qual aponta a AIPF das plantas de gergelim BRS 196 e G2. Santos et al. (2010), avaliando os genótipos CNPAG3 e CNPAG4 de gergelim, afirmaram, respectivamente, uma média de 52,28 e 53,04cm de altura de inserção do primeiro fruto. Esses resultados estão similares com os observados com os genótipos do experimento.

Tabela 4. Comparação de médias (dos dados originais) para a altura de inserção do primeiro fruto das cultivares de gergelim C1 (BRS 196) e C2 (G2) sob fertirrigação com biofertilizante aos 75 dias após a emergência (DAE)

	C1	C2
0	49,6	53,8
30	57,4	51,3
60	62,4	47,6
90	50,1	55,2
120	68,6	54,5

As médias das cultivares de gergelim não diferem significativamente pelo teste de Tukey para número de ramos por planta NRP (Tabela 5). O NRP representado na Tabela 5, não denunciou diferença significativa entre as cultivares estudadas.

Tabela 5. Médias do biofertilizante entre as cultivares BRS 196 e G2 atuando no número de ramos por planta, 75 DAE

	C1	C2
0	12,8	6,75
30	15,7	10,35
60	16	11,4
90	13,2	10,45
120	12,85	12,1

Tabela 6. Resumo da análise de variância para peso de frutos por planta altura de planta AP (cm), Altura de inserção do primeiro fruto AIPF (cm) diâmetro caulinar DC (mm), e número de ramos NDR, das cultivares do gergelim BRS 196 e G2 em função da irrigação por gotejamento com biofertilizante aos 75 DAE

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio			
		AP	NRP ⁽¹⁾	DC ⁽²⁾	AIPF
Fator1(F1)	4	561,47ns	1,00ns	0,00088ns	113.44ns
Fator2(F2)	1	4836,48*	2,48ns	0,00900 **	257.55ns
Int, F1xF2	4	1425,74ns	1,47ns	0,00127ns	179.30ns
Fat x Adc+Test	1	2276,73ns	4,03*	0,00267ns	2374.47**
MC1 vc T1	1	-	0,036ns	-	560.12ns
MC1 vc T2	1	-	0,162ns	-	874.45ns
MC1 vc T3	1	-	4,061*	-	1203.93*
MC1 vc T4	1	-	0,043ns	-	677.85ns
MC1 vc T5	1	-	3,564*	-	1738.73**
MC1 vc T6	1	-	0,140ns	-	432.76ns
MC1 vc T7	1	-	1,178ns	-	595.81ns
MC1 vc T8	1	-	0,031ns	-	997.70*
MC1 vc T9	1	-	0,000013ns	-	2493.59**
MC1 vc T10	1	-	1,638ns	-	931.82*
MC2 vc T1	1	-	1,051ns	-	84.76ns
MC2 vc T2	1	-	0,186ns	-	209.10ns
MC2 vc T3	1	-	8,120**	-	414.72ns
MC2 vc T4	1	-	1,087ns	-	649.80ns
MC2 vc T5	1	-	7,411**	-	283.22ns
MC2 vc T6	1	-	1,462ns	-	1055.70ns
MC2 vc T7	1	-	3,685*	-	134.48ns
MC2 vc T8	1	-	1,022ns	-	231.12ns
MC2 vc T9	1	-	0,690ns	-	500.86ns
MC2 vc T10	1	-	4,470*	-	1658.88ns
MC1 x MC2	1	26,49ns	0,68ns	0,00036ns	1203.93*
Tratamentos	11	1371,68*	1,55ns	0,00187ns	353.43ns
Blocos	3	110,58ns	0,40ns	0,00011ns	532.60ns
Resíduo	33	651,63	0,86	0,00115	196.56ns

(1), (2), (3) e (4) Dados transformados em $\frac{x^{0,378} - 1}{0,378}$, $\frac{1}{\sqrt{x}}$, $\log(x)$ e $\ln(x)$, respectivamente.

ns não significativo, *** significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente, C1 e C2 cultivares BRS 196 e G2, respectivamente. NRP: Dados transformados em Log de x.

Conclusão

O diâmetro caulinar, a altura de inserção do primeiro fruto, a altura de planta e número de ramos por planta não tiveram influência da fertirrigação com as doses da solução organomineral.

Não houve diferença significativa entre as cultivares BRS 196 e G2 nas avaliações de número de ramos por planta.

Verificou-se para a altura de inserção do primeiro fruto (AIPF) do gergelim, similaridade entre os genótipos BRS 196 e G2.

Observou-se maiores médias com relação à altura da cultivar 1 BRS 196 em relação à cultivar 2 G2.

Referências

- ARAÚJO E. N.; OLIVEIRA A. P.; CAVALCANTE L. F.; PEREIRA W. E.; BRITO N. M.; NEVES, C. M. L.; SILVA, E. E. S. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, p.466-470, 2007.
- ARRIEL, N. H. C.; ARAÚJO, A. E. de; SOARES, J. J.; BELTRÃO, N. E. de M.; FIRMINO, P. de T. Cultura do Gergelim. EMBRAPA: Sistema de produção, 6 (Versão eletrônica), Campina Grande, 2006.

- ARRIEL, N. H. C.; FIRMINO, P. de T.; BELTRÃO, N. E. M. Gergelim: O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2009, 209p.
- AZEVEDO, M. R. Q. A. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.3, p.519-524, 2003
- BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. B dos; BENATI, T.; FIRMINO, P. DE T. Importância Econômica e Social. In: *O Agronegócio do Gergelim no Brasil*, EMBRAPA Algodão, Campina Grande, 2001, 348p.
- BELTRÃO, N. E. de M.; FREIRE, E. C.; LIMA, E. F. Recomendações técnicas para a cultura de gergelim no Nordeste brasileiro. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1991. 33p. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 18).
- BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J. O agronegócio do gergelim no Brasil. Brasília: Embrapa, 2001.
- BELTRÃO, N.E. de M.; SILVA, L.C.; QUEIROGA, V. de P.; VIEIRA, D.J. Preparo do solo, adubação e calagem. In: BELTRÃO, N.E. de M.; VIEIRA, D.J. *O agronegócio do gergelim no Brasil*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2001. cap.6, p.109-131. 2001.
- CAVALCANTI, F. J. A. (Coord.). *Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação*. 2ª ed. rev. Recife: IPA, 1998. 198p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). *II Plano Diretor da Embrapa Algodão*. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2009.
- EMBRAPA. Cultivo do gergelim. Disponível em www.sistemasdeproducao.cnptiaembrapa.br/FontesHTML/Gergelim/CultivodoGergelim/index.html. Acesso em: 01 set. 2012.
- FERREIRA, E. N., Síntese De Ésteres Com Propriedades Lubrificantes A Partir Do Óleo De Gergelim (*Sesamum Indicum*). *Encontros Universitários da UFC, Fortaleza*, v.2, 2017.
- MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.361-367, 2007.
- SANTOS, M. S.; LIMA, V. L. A.; BELTRÃO, N. E. M.; BARROS, H. M. M.; SAMPAIO, M. V. MARTINS, E. S. C. S. Produção de gergelim sob irrigação com água residuária tratada 1 e adubação com torta de mamona. *Tecnol. & Ciên. Agropec.*, v.4, n.1, p.31-35, 2010.
- SANTOS, M.S; BARROS, H. M. M; MARTINS, E. S. C. S.; SAMPAIO, M.; LIMA, V. L. A.; BELTRÃO, N. E. M.; SALES SAMPAIO, F. M. A. de. Irrigação com efluente do reator UASB em duas cultivares de gergelim no semiárido paraibano. *Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária*, v.4, n.1, p.27-30, 2010.
- OLIVEIRA, A. P.; FREITAS P. A.; SANTOS E. S. Produtividade do inhame, em função de fertilização orgânica e mineral e de épocas de colheita. *Horticultura Brasileira*, v.19, p.144-147, 2001.
- WILLER, H.; YUSSEFI, M. *Organic agriculture worldwide 2001: Statistics and future prospects*. Stuttgart: Foundation for Ecology and Agriculture, 2001, 134p.

CULTIVO DO SORGO (*Sorghum bicolor*) E O POTENCIAL PEDOLÓGICO NO ESTADO DA PARAÍBA

Paulo Roberto Megna Francisco¹

Djail Santos²

Iêde de Brito Chaves³

¹Pós-Doutor em Ciência do Solo, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, paulomegna@gmail.com.br

²Dr. em Ciência do Solo, Prof. Titular Dep. de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Areia-PB, santosdj@cca.ufpb.br

³Prof. Dr. Visitante, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, iedebchaves@hotmail.com

Introdução

O sorgo é uma planta anual pertencente à família Gramineae, de origem tropical, de crescimento ereto e com elevada capacidade de produção de massa e grãos, sendo sua constituição semelhante do milho, servindo para o pastoreio, feno e silagem, visando a alimentação animal (SAWAZAKI, 1998). Os cultivares de colmo, sucoso e doce, também conhecidos como sacarinos, são muito utilizados para silagem, podendo ser usados como substitutos da cana de açúcar para a produção de álcool ou de açúcar (SOUSA et al., 2003).

Conforme MAPA (2014), o sorgo é uma planta de origem tropical, de dias curtos e com altas taxas fotossintéticas, exigindo, por isso, um clima quente para poder expressar seu potencial de produção. A cultura, com características xerófilas, é considerada tolerante a períodos secos, notadamente em regiões do Nordeste do Brasil (TABOSA et al., 2002). A planta de sorgo tolera mais o déficit de água do que a maioria dos outros cereais e pode ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo (MAGALHÃES et al., 2010).

O Nordeste oferece condições favoráveis à sua cultura, uma vez que o sorgo é resistente às baixas e irregulares precipitações pluviométricas que ocorrem na região, requerendo temperatura entre 27-32°C para seu desenvolvimento. É uma cultura tolerante a diversas condições de solo, devendo ser cultivado principalmente naqueles locais em que as chuvas se revelam insuficientes para a cultura do milho. Pode ser cultivado satisfatoriamente em solos que variam de argilosos a ligeiramente arenosos. Entretanto, exige solos bem preparados, com acidez corrigida, bom teor de matéria orgânica, pH entre 5,5 e 6,5, topografia plana e não muito úmidos. Os solos mal drenados são os únicos que não se recomendam para esta cultura. Os solos aluviais prestam-se muito bem ao cultivo do sorgo, desde que adequadamente preparados (EMBRAPA, 2008).

O maior uso de grãos de sorgo no Brasil está na avicultura e suinocultura. Bovinos, equinos e pequenos animais são também consumidores, mas em menor proporção. Praticamente não há consumo de sorgo em alimentação humana. A silagem de sorgo e o pastejo são igualmente utilizados para rebanhos de corte e de leite (EMBRAPA, 2007).

O sorgo é uma cultura que no contexto da agropecuária brasileira vem se destacando a cada dia, por ser uma gramínea bastante energética, com alta digestibilidade, produtividade e adaptação a ambientes secos e quentes, nos quais é difícil o cultivo de outras espécies. A planta é utilizada para silagem ou corte verde, para pastejo e os grãos, em rações animais e para o consumo humano (BUSO et al., 2011).

De acordo com EMBRAPA (2012), quanto ao solo, o sorgo é uma cultura tolerante a diversas condições de fertilidade natural, podendo ser cultivado em solos que variam de textura argilosa a ligeiramente arenosa (LANDAU & SANS, 2011). Algumas cultivares são relativamente tolerantes à salinidade. Para alcançar boas produtividades, o sorgo requer solos profundos e bem drenados, ricos em matéria orgânica, relevo plano e declividade inferior a 5%. Por outro lado, não tolera solos ácidos, notadamente com teores de Al³⁺ elevado além daqueles mal drenados. A cultura é principalmente exigente nos elementos nitrogênio e potássio (COELHO et al., 2002).

O crescimento econômico e a exploração do meio rural têm sido constantemente prejudicados pela falta de um planejamento mais realístico, que tenha como base o conhecimento dos recursos naturais e da dinâmica de sua apropriação (FRANCISCO, 2010). Desse modo, um bom planejamento

rural é indispensável para ordenar o uso das terras, evitar ou minimizar problemas ambientais e melhorar a competitividade do setor agrícola (BARROS et al., 2012). De acordo com Ballesteros et al. (2000), o conhecimento das características dos solos constitui fator fundamental para o planejamento adequado do uso da terra, bem como de seu manejo racional.

No planejamento, visando o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, é fundamental o conhecimento das vocações ambientais de uma região a ser explorada. Neste sentido, antes de se realizar qualquer intervenção no meio rural, é fundamental ter o conhecimento prévio do potencial e das limitações das terras. A partir desse conhecimento, as atividades agrícolas poderão ser planejadas de modo compatível com a capacidade de suporte das mesmas, viabilizando o seu uso dentro dos princípios conservacionistas (MARQUES et al., 2010).

Atualmente, os levantamentos dos recursos naturais têm se constituído em trabalhos de grande importância na orientação direta da utilização de um determinado recurso, como também para subsidiar os estudos direcionados para o mapeamento e gerenciamento ambiental (FRANCISCO, 2010). Para a FAO (1976), a avaliação de terras é o processo de estimar o desempenho (aptidão) da terra, quando usada para propósitos específicos, envolvendo execução e interpretação de levantamentos e estudos das formas de relevo, solos, vegetação, clima e outros aspectos da terra. Seu objetivo é identificar e proceder à comparação dos tipos de uso da terra mais promissores, em termos da aplicabilidade aos objetivos da avaliação (CALDERANO FILHO et al., 2007).

A aptidão pedológica refere-se às potencialidades e limitações intrínsecas dos solos para a produção das culturas de forma sustentável, inter-relacionando parâmetros e atributos (SILVA et al., 2013). Na avaliação do potencial de um determinado ambiente para produção de lavouras nas condições naturais basicamente são consideradas as exigências das culturas em relação ao solo e em relação ao clima (MARQUES et al., 2010).

Vários Estados e municípios têm avançado substancialmente nesses estudos, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, já estando bem definidas as áreas propícias à exploração de suas principais culturas, como o café, a laranja, o algodão, o trigo, o arroz e a soja. No entanto, Chagas (1999) adverte que a ocupação do espaço agrícola brasileiro vem sendo realizada sem que se disponha de um instrumento básico que oriente as atividades de planejamento e uso de seus recursos naturais. Conforme Matuk (2009), o detalhamento da distribuição dos solos e demais recursos do meio físico permite que se defina melhor o planejamento de uso do solo.

Conforme Francisco et al. (2012), na atualidade, o avanço da tecnologia da informação, a disponibilização de imagens de satélite em altas resoluções e de programas computacionais para a análise ambiental houve um grande avanço nos estudos relacionados à gestão dos recursos naturais. Neste contexto, o geoprocessamento surge como uma disciplina que utiliza um conjunto de técnicas matemáticas e computacionais, na forma de programas, o sistema de informações geográficas, que possibilita combinações de informações provenientes de diferentes procedimentos tecnológicos, gerando novas informações, que auxiliam a tomada de decisões, em contextos os mais diversos (DUARTE & BARBOSA, 2009).

Este trabalho objetiva resgatar em meio digital, informações do Zoneamento Agropecuário da Paraíba referente à cultura do sorgo, reelaborando os mapas temáticos a partir dos dados interpretativos apresentados no boletim técnico e propõe uma reclassificação e mapeamento do potencial produtivo das terras da Paraíba para cultura.

Material e Métodos

A área de estudo compreende o Estado da Paraíba que apresenta uma área de 56.372 km² e está localizado entre os paralelos 6°02'12" e 8°19'18"S, e meridianos de 34°45'54" e 38°45'45"W (FRANCISCO, 2010).

O clima é caracterizado por temperaturas médias elevadas, variando entre 22 a 30°C, uma amplitude térmica anual muito pequena, em função da baixa latitude e da altitude com elevação quase sempre inferiores a 700 m. A precipitação varia entre 400 a 800mm anuais, nas regiões interiores semiáridas, e no Litoral mais úmido, onde pode ultrapassar os 1.600mm (VAREJÃO-SILVA et al., 1984).

O uso atual e a cobertura vegetal caracterizam-se por formações florestais definidas como caatinga arbustiva arbórea aberta, caatinga arbustiva arbórea fechada, caatinga arbórea fechada, tabuleiro costeiro, mangues, mata-úmida, mata semidecidual, mata atlântica e restinga (PARAÍBA, 2006).

Os solos da área de estudo apresentados na Figura 1, estão descritos no boletim do Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978), e diferem pela diversidade geológica, pedológica e geomorfológica; como também pelos atributos dos solos relacionados a morfologia, cor, textura, estrutura, declividade, pedregosidade dentre outros, como observou Francisco (2010).

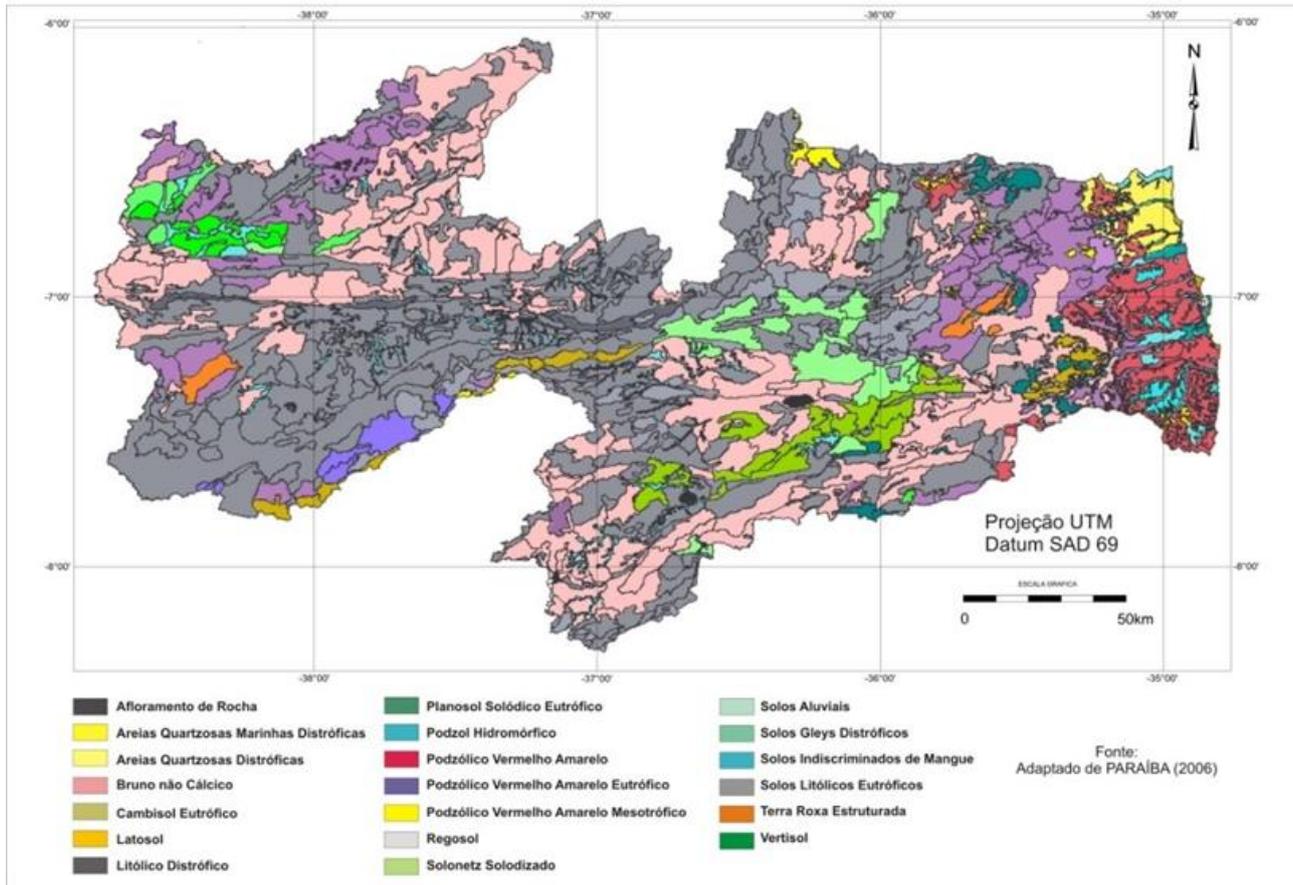


Figura 1. Solos do Estado da Paraíba. Fonte: Francisco et al. (2013).

Da interpretação dos dados pedológicos, as classes de capacidade de uso dos solos da Paraíba apresentadas na Figura 2, foram determinadas segundo os critérios originalmente propostos por Lepsch et al. (1991), adaptados na forma de chave interpretativa dos atributos da terra, que são descritas no Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978). Por esta classificação, as alternativas de uso estão limitadas pelo grau e pela natureza das restrições, impostos por um ou mais atributos da terra, levado em conta também a possibilidade de melhorias da terra, pela adoção de práticas conservacionistas, que compreendem além das práticas de controle da erosão, as complementares de melhoramento do solo.

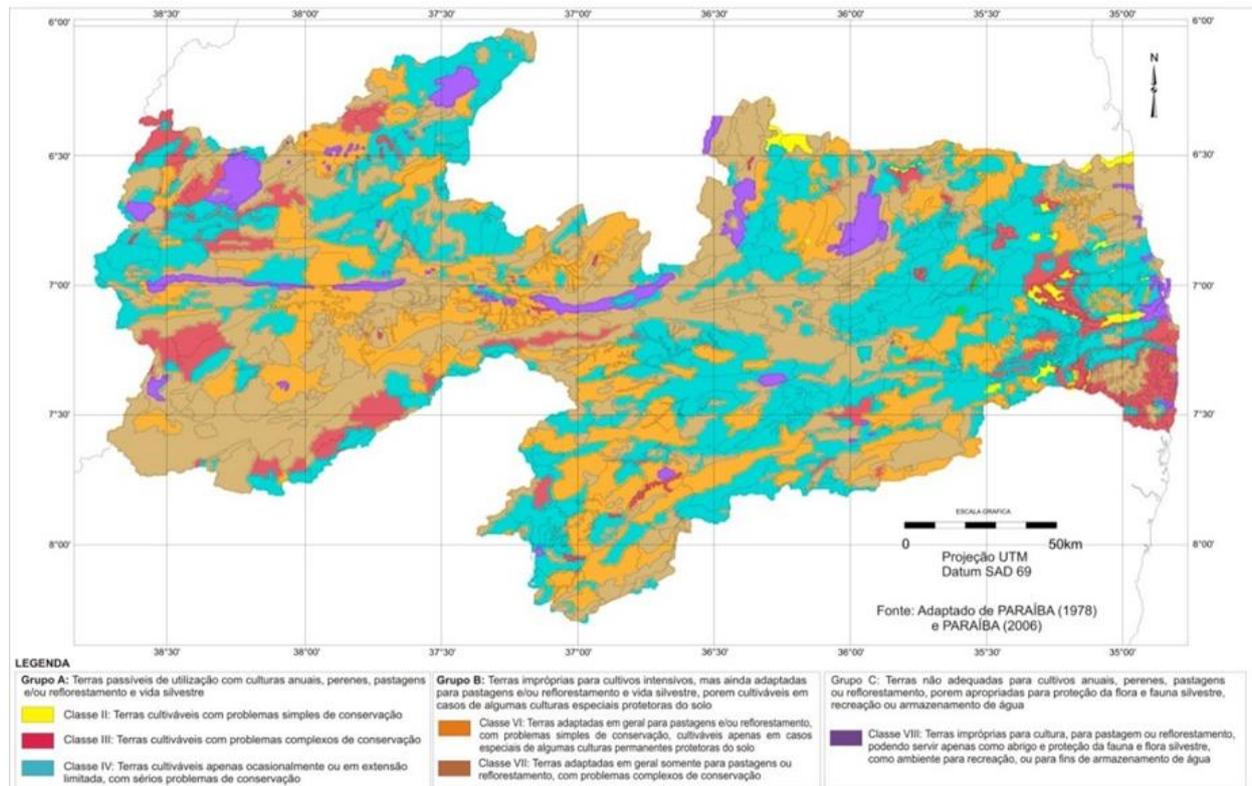


Figura 2. Classe de capacidade de uso dos solos do Estado da Paraíba. Fonte: Francisco et al. (2013).

Neste estudo, para a elaboração do mapa do potencial pedológico, foram utilizados, como base cartográfica, os arquivos montados por Francisco et al. (2014), elaborados com o software SPRING 5.2.2 na projeção UTM/SAD69, que contém o mapa digital de solos do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PARAÍBA, 2006), atualizado em seus limites, conforme IBGE (2009).

Para representação do mapa de classe de capacidade de uso da terra, adotou-se a interpretação realizada no Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978) atribuindo-se às classes de capacidade de uso as cores da legenda conforme o manual de Lepsch et al. (1996).

No estabelecimento do potencial pedológico aplicado no zoneamento da cultura do sorgo (PARAÍBA, 1978), as terras foram classificadas de acordo com o grau de adaptabilidade ao desenvolvimento da cultura, para um nível de manejo desenvolvido. Neste é admitido à aplicação mais ou menos intensiva de capital e um razoável nível de conhecimentos técnico especializado, para a melhoria das condições dos solos e das culturas, que incluem tração motorizada e técnicas de correção e adubação recomendadas pela pesquisa agrícola.

Na interpretação para a cultura do sorgo (Figura 3) as terras foram agrupadas em Classes de Aptidão, subdivididas em Categorias, procurando-se representar conjuntamente as potencialidades das associações dos solos, componentes de cada uma das unidades de mapeamento. Sendo assim, foram descritas:

- Aptidão Plena (Categoria 1): áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso, que são próprias para a cultura com limitações ligeiras de utilização, impostas pelas características dos solos, topografia e erosão. Correspondem as classes de Capacidade de Uso das categorias A e B do potencial das Terras. Compreendendo às subclasses da A: II2 a II7, III1 a III15. Da categoria B: II8, III16 e III18.

- Aptidão Plena (Categoria 1a): áreas com associações de classes de capacidade de uso com dominância de terras próprias para culturas, que apresentam limitações ligeiras de utilização, impostas pelas características dos solos, topografia e erosão. Correspondem ao Grupo C do potencial das terras as subclasses C1: II9, III19, III20, III22, III25 a III28, das subclasses C: III30, III32 a III42.

- Aptidão Plena (Categoria 1b): áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso representada por solos aluvionais, apropriados para as culturas com problemas moderados e/ou complexos de drenagem. Correspondem ao grupo E do potencial das terras, que compreende terras das subclasses II1, III10, III21, III31 e III105.

- Aptidão Moderada (Categoria 2): áreas com classes de capacidade de uso com limitações moderadas para utilização com a cultura, devido as características de fertilidade e/ou topografia. Correspondem ao grupo D1 do potencial das terras, correspondendo as subclasses: IV1 a IV5, IV9 e IV10.
- Aptidão Moderada (Categoria 2a): áreas com associações de classes de capacidade de uso da Categoria 2. Correspondem as classes de Capacidade de Uso da categoria D1 do potencial das Terras. Correspondendo as subclasses: IV6, IV7, IV11 a IV21.
- Aptidão Moderada (Categoria 2b): áreas com classes de capacidade de uso com fortes limitações para utilização com a cultura devido as características de drenagem e associações de classes de terras inaptas para a cultura. Correspondem ao grupo D2 do potencial das terras. Compreendendo as subclasses: IV85, IV86, IV89 a IV104.
- Aptidão Moderada (Categoria 2c): áreas com classes de capacidade de uso com limitações severas para utilização com a cultura devido as características de drenagem imperfeita e associações de classes de terras inaptas para a cultura. Correspondem ao grupo F do potencial das terras. Compreendendo as subclasses: III17, III24, III29, IV22 a IV80.
- Aptidão Restrita (Categoria 3): áreas com classes de capacidade de uso com fortes limitações para utilização com a cultura, devido as características de baixa fertilidade do solo e/ou da drenagem excessiva. Correspondem aos grupos D2 do potencial das terras, as subclasses IV81 a IV84; ao grupo F, a subclasse IV8 e ao grupo G1, a subclasse VI9.
- Classe I (Inapta): áreas impróprias para a exploração com a cultura, sendo representada por classes de capacidade de uso ou associações de classes cujas características dos solos e/ou topografia apresentam restrições severas para utilização, correspondendo as demais categorias do Potencial das Terras.

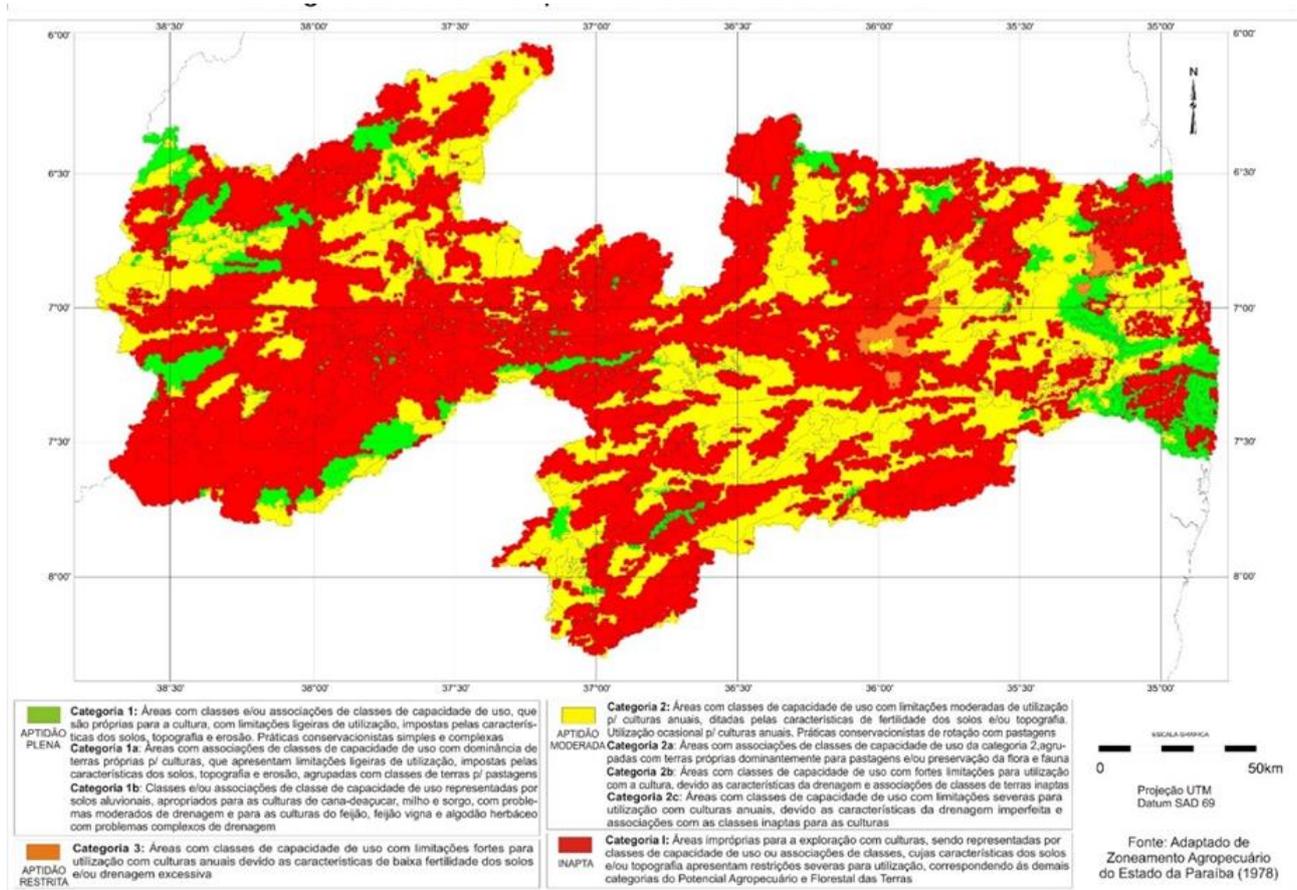


Figura 3. Aptidão Edáfica dos solos do Estado da Paraíba para a cultura do sorgo.

Fonte: Adaptado de Paraíba (1978).

Como forma final de apresentação, foi reelaborado o mapa do potencial pedológico para cultura do sorgo, seguindo a padronização de classes proposta por Marques et al. (2012). Nesta proposta, adotada em trabalho semelhante para o Estado de Alagoas, as classes de aptidão acima foram reagrupadas em cinco classes, de acordo com a seguinte correspondência:

Potencial pedológico Muito Alto = Classe 1 (Aptidão Plena); Alto = Classe 1a e 1b (Aptidão Plena); Médio = Classe 2, 2a, 2b e 2c (Aptidão Moderada); Baixo = Classe 3 (Aptidão Restrita); Muito Baixo = Classe I (Inapta).

Resultados e Discussão

O mapa de Potencial pedológico para a cultura do sorgo é apresentado na Figura 4, onde pode se observar que não foi identificada a classe de terras com Potencial Muito Alto.

As terras com o potencial pedológico da classe Alta, para a cultura do sorgo (Tabela 1), têm uma área de ocorrência de 5.661,87 km², o que representa 10,04% da área do Estado.

Tabela 1. Distribuição das classes do potencial pedológico da cultura do sorgo

Classes do Potencial Pedológico	Área	
	(km ²)	(%)
Muito Alta	0,0	0,0
Alta	5.693,6	10,1
Média	19.448,3	34,5
Baixa	507,4	0,9
Muito baixa	30.722,7	54,5
Total	56.372,0	100,0

Como pode se observar na Figura 4, grande parte das terras desta classe ocorrem sobre Argissolos Vermelho Amarelo textura média, quase sempre eutróficos, e em relevo plano a ondulado, que ocorrem no Litoral, em áreas do Planalto de Princesa e do Alto Sertão. São solos classificados como de Aptidão Plena para cultura, e das Classes II e III de capacidade de uso. Apresentam também potencial Alto, os Latossolos Vermelho Amarelo eutrófico e distrófico, que ocorrem na região Serrana, do terço leste do Estado, na divisa com o Rio Grande do Norte, tendo como principais representações, as serras de Araruna e Cuité; os Latossolos do Planalto de Princesa, divisa com o Estado de Pernambuco, além de ocorrências de Latossolos dispersos em serras e chapadas interiores. São também representantes os Cambissolos em relevo ondulado da Serra de Teixeira (Planalto de Princesa), e os Solos Aluvionais das bacias dos rios do Alto Paraíba, sobre o Planalto da Borborema, e dos rios da bacia do Alto Piranhas no Sertão do Estado.

As áreas com Potencial Médio, observado neste trabalho, totalizam 19.448,72 km², representando 34,5% da área total (Tabela 1) e estão distribuídas por todo o Estado (Figura 4). As características edáficas indicam que estas terras constituem áreas com classes de capacidade de uso com limitações moderadas para utilização com a cultura, devido as características de fertilidade e/ou topografia. São áreas que ocorrem em solos em sua maioria do tipo Luvisolo Crômico Órtico típico e Luvisolo Hipocrômico Órtico típico nas regiões do Cariri/Curimataú e no Sertão, e os solos do tipo Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico que ocorrem na região do Agreste e Litoral.

As áreas com Potencial Baixo, observadas neste trabalho, perfazem um total de 523,04 km², representando 0,93% da área total do Estado (Tabela 2), estando localizadas na região do Agreste da Borborema, áreas com ocorrência do Neossolo Regolítico Distrófico e no Litoral Norte em Argissolo Vermelho Amarelo textura arenosa. Ambos, com limitações fortes para utilização de culturas anuais, devido às características de baixa fertilidade dos solos e/ou drenagem excessiva.

As áreas com Potencial Muito Baixo perfazem um total de 30.740,37 km² de terras correspondendo a 54,53% da área total (Tabela 2), estando distribuídas por todo o Estado (Figura 4). Estas áreas apresentam restrições edáficas que as tornam impróprias para a exploração com a cultura do sorgo, sendo representada por classes de capacidade de uso ou associações de classes (Classes VI e VII, Figura 2) cujas características dos solos e/ou topografia apresentam restrições severas para utilização. Estas áreas ocorrem principalmente em Neossolos Litólicos Eutrófico típico na região do Sertão e Borborema, o Neossolo Quartzarênico Órtico solódico e Espodossolo Ferrocárbico Órtico típico que ocorrem na região do Litoral.

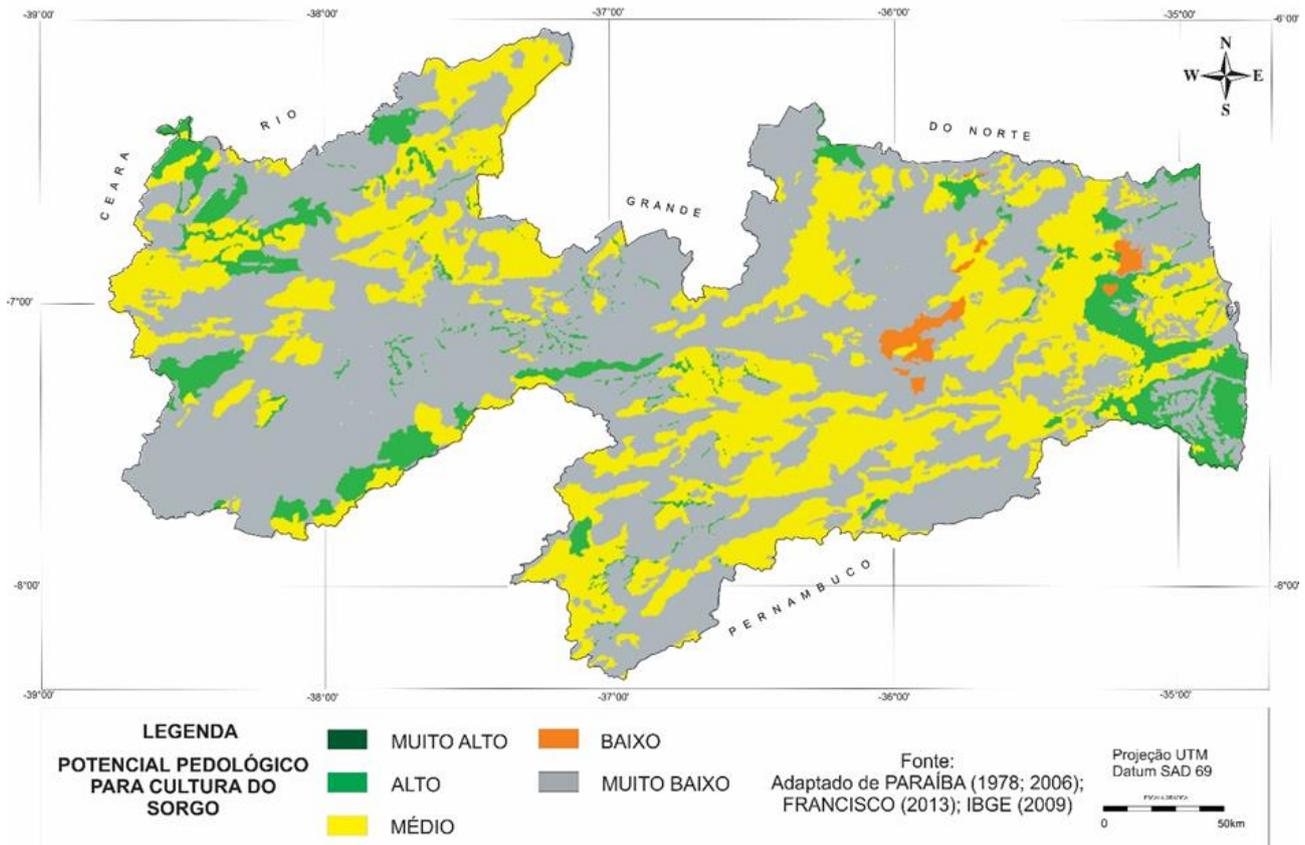


Figura 4. Potencial pedológico das terras do Estado da Paraíba para a cultura do sorgo.

Na região do Litoral, essas áreas estão associadas aos solos com má drenagem enquanto que no ambiente Semiárido estão relacionadas à grande ocorrência de solos rasos, pouco profundos, com problemas de encharcamento superficial periódico e, ou, com problemas de pedregosidade na superfície, associados ou não, com relevo forte ondulado.

Na baixada litorânea, essas áreas estão associadas aos Gleissolos e outros solos com má drenagem como Solos Indiscriminados de Mangue e Organossolos, enquanto que na faixa norte dos modelados cristalinos que antecedem a Borborema estas áreas estão associadas a solos sob relevo declivoso. E no ambiente Semiárido elas estão relacionadas à grande ocorrência de solos rasos como os Neossolos Litólicos, pouco profundos como os Neossolos Regolíticos, Planossolos Háplicos, Luvisolos Crômicos, e outros com caráter sódico/solódico ou sálico/salino como os Planossolos e Vertissolos, to dos associados ou não, com relevo declivoso. Na Paraíba estas características são semelhantes por estarem próximos e por se encontrarem na região semiárida.

Das áreas de Potencial Muito Alto encontradas neste trabalho, resultado similar foi obtido por EMBRAPA (2012) realizando o zoneamento do potencial pedológico do sorgo para o Estado de Alagoas. Resultado também compatível com PARAÍBA (1978), uma vez que não foi identificada nenhuma unidade da classe I de capacidade de uso, ou seja, terras sem nenhuma limitação dentre os seus atributos, ao desenvolvimento da cultura.

Do potencial pedológico da classe Alta onde ocorre solos Aluviais Eutróficos Ta, Cavalcante et al. (2005) afirma que, estes solos têm grande importância no que diz respeito à exploração agrícola e pecuária da região semiárida, porém apresentam limitações muito fortes pela falta d'água. Com auxílio da irrigação podem ser utilizados para o cultivo intensivo de forrageiras e diversas outras culturas. Os autores ainda afirmam que o solo do tipo Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico encontrados na classe Alta são solos de fertilidade natural baixa, e que devido à textura arenosa da parte superficial devem-se usar, de preferência, plantas de sistema radicular profundo.

De ocorrência na classe de potencial Alto, o Cambissolo Eutrófico latossólico, de acordo com BRASIL (1972), são solos profundos, acentuadamente ou fortemente drenados, geralmente atua em relevo ondulado, muitas das vezes são severamente erodidos e a utilização destas áreas com agricultura é limitada em função do relevo movimentado. Mesmo assim, são cultivados, destacando-se o sisal e em menor escala algodão herbáceo, milho, feijão e mandioca.

Para o Potencial Médio, conforme EMBRAPA (2012), em pesquisa elaborada no Estado de Alagoas, afirma que as áreas são de grande ocorrência e distribuem-se por todo o Estado, desde o Litoral até o Sertão. Resultados similares encontrados neste trabalho devido as áreas estarem localizadas em região semiárida.

Das áreas de Potencial Muito Baixo localizadas na região do Litoral, foram encontrados resultados similares por Marques et al. (2012) para o Sertão alagoano.

De acordo com Cavalcante et al. (2005), os Neossolos Litólicos Eutrófico típico apresentam baixas condições para um aproveitamento agrícola racional, tendo em vista as limitações fortes existentes, provocadas pelo relevo forte ondulado, pedregosidade, rochiosidade e reduzida profundidade dos solos, além da deficiência de água que só permite a presença de culturas resistentes à estiagem. Os autores relatam que só é possível a exploração destes solos pelos sistemas primitivos de agricultura existentes. Os autores observam, ainda, que, para Luvisolo Crômico Órtico típico, no caso de utilização agrícola, faz-se necessária, principalmente, a escolha de áreas de menor declividade, tomando algumas medidas como: controle da erosão, considerando-se também que a limitação pela falta de água ser forte. Para o Neossolo Quartzarênico Órtico observam que as principais limitações à sua utilização agrícola, são a muito baixa fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, determinada pela sua textura arenosa, que inclusive dificulta as práticas de adubação que visam a ser feitas.

PARAÍBA (1978), observou que a cultura do sorgo é pouco difundida na agricultura paraibana, e que existem zonas aptas com potencial, e a introdução e maior difusão parece recomendável, podendo ser interessante nas áreas do interior do Estado, representando uma alternativa viável da cultura do milho, onde as condições de aridez se mostram mais severas, e também podendo ser uma melhoria alimentar na exploração da pecuária, sejam em formas de plantas verdes, seja em forma de grãos.

Conclusão

As terras do Estado da Paraíba, apresentam as melhores áreas para explorar-se ao máximo seu potencial para a cultura do sorgo, em 10,05% da sua área total.

As áreas identificadas com Potencial Médio correspondem a 34,5% da área total distribuídas por todo o Estado.

As áreas identificadas com Potencial Baixo e Muito Baixo correspondem a 55,45% da área total.

Agradecimentos

Ao CNPq/Fapesq pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

Referências

- BALLESTERO, S. D.; LORANDI, R.; TREMOCOLDI, W. A. Mapeamento pedológico semidetalhado da área de relevante interesse ecológico de Pedra Branca (Tremembé, SP). *Revista Biociência*, v.6, n.2, p.7-15. 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento Exploratório e de Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro. (Boletins DPFS-EPE-MA, 15 - Pedologia 8). Convênio MA/CONTA/USAID/BRASIL. 1972.
- BUSO, W. H. D.; MORGADO, H. S.; SILVA, L. B.; FRANÇA, A. F. S. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. *PUBVET*, v.5, n.23, 2011.
- CALDERANO FILHO, B.; GUERRA, A. J. T.; PALMIERI, F.; ARGENTO, M. S. F.; CORREIA, J. R.; RAMALHO FILHO, A. Aptidão agroecológica de terras: proposta de avaliação em paisagens rurais montanhosas ocupadas por pequenos agricultores na serra do mar. *Caderno de Ciência & Tecnologia*, v.24, n.1/3, p.39-75. 2007.
- CAVALCANTE, F. DE S.; DANTAS, J. S.; SANTOS, D.; CAMPOS, M. C. C. Considerações sobre a utilização dos principais solos no estado da Paraíba. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, v.4, n.8, p.1-10. 2005.
- CHAGAS, C. DA S. Zoneamento Agropedoclimático do Brasil. 1999. Disponível em: "www.cnps.embrapa.br/search/pesqs/proj02/proj02.html#11". Acesso em: 2 de dezembro, 2010.
- COELHO, A. M.; WAQUIL, J. M.; KARAM, D.; CASELA, C. R.; RIBAS, P. M. Seja o doutor do seu sorgo. *Potafos: Arquivo do Agrônomo*, n.14, 24p. 2002.
- DUARTE, S. M. A.; BARBOSA, M. P. Estudo dos recursos naturais e as potencialidades no semiárido, estado da Paraíba. *Engenharia Ambiental*, v.6, n.3, p.168-189. 2009.
- FAO. A Framework for Land Evaluation. In: *FAO. Soils Bulletin*, 3. Rome, 72p. 1976.

- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Milho e Sorgo. Sistemas de produção: Cultivo do sorgo. 4.ed. Sete Lagoas. 2008.
- EMBRAPA. Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas. Potencial Pedológico do Estado de Alagoas para Culturas Agrícolas. Relatório Técnico. Convênios SEAGRI-AL / Embrapa Solos Nos 10200.04/0126-6 e 10200.09/0134-5. Recife: Embrapa Solos, 123p. 2012. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77202/1/Relatorio-Pot-Pedologico.pdf>. Acesso em: 15 novembro, 2014.
- FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. 122p. Dissertação (Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia, Paraíba, Brasil. 2010.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; LIMA, E. R. V. DE. Classificação de terras para mecanização agrícola e sua aplicação para o Estado da Paraíba. Revista de Educação Agrícola Superior, v.28, n.1, p.30-35. 2013.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; LIMA, E. R. V. DE. Mapeamento das Terras para Mecanização Agrícola - Estado da Paraíba. Revista Brasileira de Geografia Física, v.5, n.2, p.233-249. 2012.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; LIMA, E. R. V. DE; SANTOS, D. Tecnologia da geoinformação aplicada no mapeamento das terras à mecanização agrícola. Revista de Educação Agrícola Superior, v.29, n.1, p.45-51. 2014.
- FRANCISCO; P. R. M.; MEDEIROS; R. M. DE; MATOS, R. M. DE; SANTOS; D. Variabilidade espaço-temporal das precipitações anuais do período úmido e seco no Estado da Paraíba. Anais Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC' 2015. Fortaleza. 2015.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de março, 2011.
- JACOMINE, P. K. T.; RIBEIRO, M. R.; BURGOS, N. Aptidão Agrícola dos Solos da Região Nordeste. EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Região Nordeste. Recife. Boletim Técnico, 42. 1975.
- LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. Cultivo do Sorgo. Clima. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2. Versão Eletrônica, 6ª edição. 2010. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/cultivares.htm. Acesso em: 17 março, 2016.
- LEPSCH, I. F. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso: 4.a aproximação. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 175p. 1983.
- LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4.a Aprox. SBCS, Campinas-SP. 175p. 1996.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. Ecofisiologia. In: RODRIGUES, J. A. S. Cultivo do sorgo. Sistema de produção 2. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Versão eletrônica, 6. ed. 2010. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/ecofisiologia.htm. Acesso em: 5 de maio, 2016.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema Integrado de Legislação. BINAGRI SISLEGIS. Portaria 233/2014 de 24/11/2014. 2014. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMa&chave=304999056>. Acesso em: 16 março, 2016.
- MARQUES, F. A.; ARAÚJO FILHO, J. C. DE; BARROS, A. H. C.; LOPES, E. H. B.; BARBOSA, G. M. N. Aptidão pedoclimática das culturas dos feijões caupi e comum para o estado de Alagoas. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 33. Anais...Uberlândia, RBCS. pp.1-4. 2010.
- MATUK, F. A. Planejamento Agroecológico de Uso do Solo de Assentamentos Rurais. Revista Brasileira de Agroecologia, v.4, p.3082-3085. 2009.
- PARAÍBA. Governo do Estado - Secretaria de Agricultura e Abastecimento - CEPA - PB. Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba. Relatório ZAP-B-D-2146/1. UFPB-Eleto Consult Ltda., 448p. 1978.
- PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo & Atlas. Brasília, DF, 112p. 2006.
- SAWAZAKI, E. Sorgo forrageiro. In: Boletim 200: Instruções Agrícolas para as principais culturas econômicas. 6 ed. Campinas, p.44-45. 1998.

- SILVA, A. B. DA; AMARAL, A. J. DO; SANTOS, J. C. P. DOS; GOMES, E. C.; MARQUES, F. A.; OLIVEIRA NETO, M. B. DE. Potencial pedológico do Estado de Alagoas para o cultivo de cana-de-açúcar em manejo com alta tecnologia. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 34. Anais...Florianópolis. 2013.
- SOUSA, R. F. DE; MOTTA, J. D.; GONZAGA, E. DA N.; FERNANDES, M. DE F.; SANTOS, M. J. DOS. Aptidão agrícola do assentamento Venâncio Tomé de Araújo para a cultura do sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*). Revista de Biologia e Ciência da Terra, v.3, n.2, p.01-15. 2003.
- TABOSA, J. N. REIS, O. V. DOS; BRITO, A. R. M. B.; MONTEIRO, M. C. D.; SIMPLÍCIO, J. B.; OLIVEIRA, J. A. C. DE; SILVA, F. G. DA; NETO, A. D. A.; DIAS, F. M.; LIRA, M. A.; FILHO, J. J. T.; NASCIMENTO, M. M. A. DO; LIMA, L. E. DE; CARVALHO, H. W. L. DE; OLIVEIRA, L. R. DE. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos dos Estados de Pernambuco e Alagoas. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.1, p.47-58. 2002.
- VAREJÃO-SILVA, M. A.; BRAGA, C. C.; AGUIAR M. J. N.; NIETZCHE, M. H.; SILVA, B. B. Atlas Climatológico do Estado da Paraíba. UFPB, Campina Grande. 1984.

ESTUDO DA FERTILIDADE DO SOLO EM FUNÇÃO DO RELEVO, EM ÁREAS DE AGRICULTURA FAMILIAR – AREIA, PARAIBA

Guttemberg da Silva Silvino¹
Ricardo Alves da Silva²
Haile Silvino Guimarães³
Saulo Cabral Gondim⁴
Maurício Javier De Leon⁵
Maria Cristina Santos Pereira de Araújo⁶

¹Professor Associado, UFPB/CCA/DSER/Campus II Areia, guttembergs@gmail.com

²Assistente Técnico do SENAR-PB, ricardo297@gmail.com

³Acadêmico em Agronomia, CCA/UFPB/ Campus II Areia, hailesguimaraes@gmail.com

⁴Professor Associado, UFPB/CCA/DSER/Campus II Areia, saulogondim@gmail.com

⁵Professor Adjunto, UFPB/CCA/DSER/Campus II Areia, mjleon@gmail.com

⁶Técnica Administrativa, UFPB/CCA/DSER/Campus II Areia, mariacristina@yahoo.com.br

Introdução

A rápida degradação dos ecossistemas sob exploração antrópica, especialmente nos países tropicais em desenvolvimento, despertou nas últimas décadas, a preocupação com a preservação e a sustentabilidade da exploração agrícola (DORAN & ZEIS, 2000). No nordeste do Brasil existem numerosos exemplos de degradação ambiental, associada à exploração intensiva de áreas com agricultura familiar, que se reflete no assoreamento e na poluição dos cursos d'água, na redução da produtividade dos solos e na perda de biodiversidade da fauna e da flora (LAL & PIRCE, 1991).

A Bacia Hidrográfica do açude Vaca Brava tem grande papel social no estado da Paraíba, por sua ocupação de diversas famílias que desenvolvem nessa área atividades com agricultura familiar e pecuária, requerendo estudos para verificar a qualidade de seus recursos naturais, principalmente o solo. Segundo Sans (2000), o entendimento da qualidade do solo é fundamental tendo em vista a necessidade de adoção de estratégias para um manejo sustentável dos diversos sistemas de produção, isso é um objetivo muito almejado na atualidade.

Para verificar a qualidade do solo, bem como as alterações de seus atributos, faz-se necessária a mensuração do estado atual de determinados atributos em comparação com o estado natural do solo, sem interferência antrópica, ou com valores considerados ideais (SILVA et al., 2015).

Essa avaliação quantitativa da qualidade do solo é fundamental na determinação da sustentabilidade dos sistemas de manejo utilizados. Este é um dos conceitos de qualidade do solo mais difundido proposto por Doran e Parkin (1994), que consideram a qualidade do solo como sendo a capacidade deste de funcionar dentro dos limites do ecossistema para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde de plantas e animais.

Uma unidade ideal de estudos ambientais, a exemplo da medição da qualidade do solo corresponde à micro bacia hidrográfica, na qual todos os recursos estão interligados. Nessa unidade de estudo, vários autores utilizam a topossequência para realizar suas avaliações sobre os recursos naturais, constatando que, quando a vegetação nativa é convertida em cultivada, pode haver perda líquida de nutrientes por mineralização ao longo do declive, em decorrência de práticas agrícolas inadequadas, sem planejamento e conhecimento das reais possibilidades de uso do solo (SANTOS & SALCEDO, 2010). Além disso, o estudo da qualidade do solo em topossequência permite uma visão global e integrada dos vários componentes da paisagem, sendo as topossequências utilizadas para compreender a pedogênese e o comportamento atual dos solos, sobretudo por estabelecer relações entre atributos do solo e relevo (FARIA et al., 2010).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é verificar a influência nos diferentes usos do solo (capineira, pastagens e de uso agrícola) e nas diferentes formações de relevo, (várzea, topo e encosta) sobre a fertilidade do solo da bacia hidrográfica do açude Vaca Brava, Areia-PB.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na bacia hidrográfica açude Vaca Brava, localizada na microrregião do brejo paraibano (Figura 1), na Mesorregião do Agreste, contraposto oriental do Planalto da Borborema, no Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.

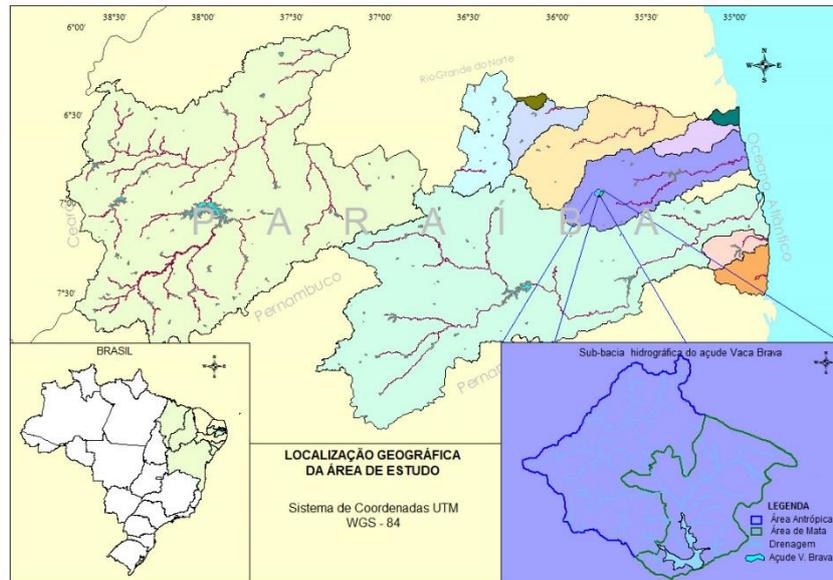


Figura 1. Localização da área de estudo.

Clima e Relevo

Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo 'As' "tropical chuvoso". A bacia hidrográfica ocupa uma superfície de 1.500 ha, com altitude média de 637 m e temperatura média anual de 24°C, apresentando pequena amplitude de variação (SANTOS et al., 2002). A maior porção da bacia localiza-se quase que inteiramente no município de Areia-PB, e apresenta clima tropical chuvoso (pluviosidade anual de 1.200 mm) com chuvas de outono-inverno e déficit hídrico de setembro a janeiro, com relevo ondulado a fortemente ondulado. A parte da bacia hidrográfica que se localiza no município de Remígio-PB, apresenta características edafoclimáticas de transição, com solos arenosos, relevo suave-ondulado e marcante declínio na pluviosidade anual de 820 mm, com déficit hídrico de setembro a fevereiro (SANTOS et al., 2002).

Coleta das amostras

Em cada ponto amostral georreferenciado, foram coletadas cinco sub amostras de solo da camada de 0-20 cm de vários pontos numa área de 10 x 10 m e homogêneas formando uma amostra composta por cada ponto amostral georreferenciado (Figura 2). A coleta das amostras de solo baseou-se em três posições no relevo (topo, encosta e várzea) (Figura 3), e três sistemas de uso do solo (capineira, pastagem e uso agrícola) (Figura 4). As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Solos da Universidade Federal da Paraíba o qual foram realizadas as análises químicas de fertilidade.

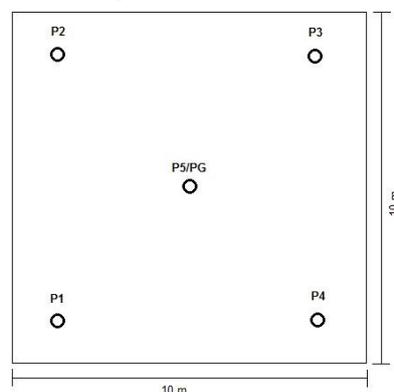


Figura 2. Modelo esquemático da coleta de solo, pontos de coleta de sub amostra em área delimitada de 10 x 10m (P1, P2, P3, P4 e P5), e ponto georreferenciado (PG).

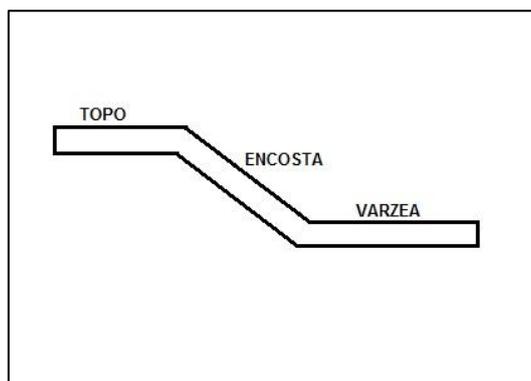


Figura 3. Modelo geométrico da paisagem considerando as posições de relevo estudadas (topo, encosta e várzea).



Figura 4. Topossequências da área de estudo de acordo com as variações do relevo (topo, encosta e várzea).

Análises químicas

Os parâmetros químicos avaliados seguiram a metodologia proposta pela EMBRAPA (2011), sendo determinados o pH em água, os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio e carbono orgânico. O teor de matéria orgânica do solo foi calculado utilizando o fator de 1,724 que foi multiplicado ao teor de carbono das respectivas amostras de solo.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com delineamento inteiramente casualizados, em esquema fatorial 3x3, sendo três usos do solo: capineira, pastagem e uso agrícola, e três posições de relevo na topossequência: topo, encosta e várzea. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os valores médios das variáveis fósforo, carbono, cálcio, matéria orgânica, magnésio, e acidez potencial na camada de 0 a 20 cm em diferentes condições de relevo, sob diferentes usos do solo, estão apresentados na Tabela 1. Observa-se que não foram influenciados pelo uso e/ou relevo da área de estudo, não havendo nenhum grau de significância.

Tabela 1. Variação dos parâmetros na camada de 0 a 20 cm

Uso	Relevo	P (mg dm ⁻¹)	C (mg dm ⁻³)	M.O. (mg g ⁻¹)	Ca (cmol _c dm ⁻³)	Mg (cmol _c dm ⁻³)	H+Al (cmol _c kg ⁻¹)
Pastagem	Topo	0,0698	3,8523	6,6414	7,5000	1,7441	0,3750
	Encosta	0,5095	5,4797	9,4469	9,3750	12,7364	2,3250
	Várzea	0,0253	2,9708	5,1217	3,1250	0,6335	1,7441
Agricultura	Topo	0,0208	5,2409	9,0353	12,5000	1,7156	1,6250
	Encosta	0,0812	4,9463	8,5275	8,7500	0,8328	1,1000
	Várzea	0,0117	4,3024	7,4174	5,6250	0,2917	0,7000
Capineira	Topo	0,4981	2,4293	4,1881	6,2500	12,4516	0,4750
	Encosta	0,0857	2,5756	4,4404	8,1250	2,1428	0,8000
	Várzea	0,0686	7,3756	12,7156	10,6250	1,7156	2,8000

Pode-se observar na Figura 5, que os níveis de potássio em diferentes condições de relevo (topo, encosta e várzea) sob diferentes usos do solo (pastagem, agricultura e capineira), nos usos de agricultura e capineira independente do relevo não se mostraram diferentes estatisticamente. No caso do uso agrícola isso pode ser explicado pelo fato dos agricultores usarem em suas lavouras adubos orgânicos mesmo que em pequena quantidade, fazendo com que não haja distinção quanto sua significância na sua utilização em função do relevo.

Já no caso da capineira, nota-se que a própria ciclagem de nutrientes e a utilização de adubos orgânicos como o esterco, possibilitaram que não houvesse grandes variações nos teores de potássio nos diferentes relevos, ressaltando a importância da matéria orgânica do solo que tem poder de atrair esse elemento, assim como também as superfícies da argila.

Em relação a pastagem é possível observar que a área de várzea contém menos potássio disponível as plantas, dentre um dos motivos pode ser atribuído ao tipo de solo que compõem as várzeas que geralmente são arenosos e facilitam a lixiviação desse elemento, além disso, o não uso ou uso incorreto de drenagem, facilitam o escoamento desse elemento para camadas mais profundas. Provado por Ricci et al. (1989), estudando diversos solos de Minas Gerais, observaram que as frações de areia e silte mostraram-se, de maneira geral, muito pobres em minerais potássicos primários, sendo o quartzo o único mineral encontrado na fração de areia.

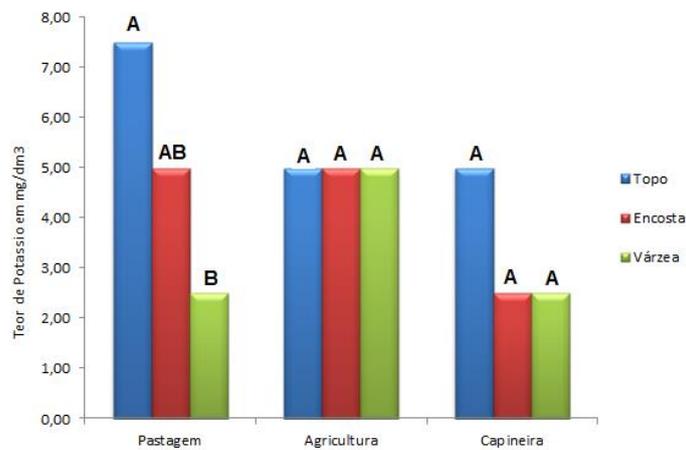


Figura 5. Variação dos teores de K⁺ na camada de 0 a 20 cm.

Na Figura 6 observa-se os teores de sódio na camada de solo analisada de 0 – 20 cm, nos diferentes relevos e usos são considerados baixos, e não interferem no desenvolvimento vegetal, percebendo-se apenas uma diferença significativa nas áreas de topo utilizadas com pastagens que apresentam um teor mais elevado de sódio de 10 mg dm³ ou seja 0,0256 cmolc.dm³. As demais condições de uso e relevo não apresentaram variações significativas entre si, não havendo influência do relevo em função do uso por agricultura ou capineira.

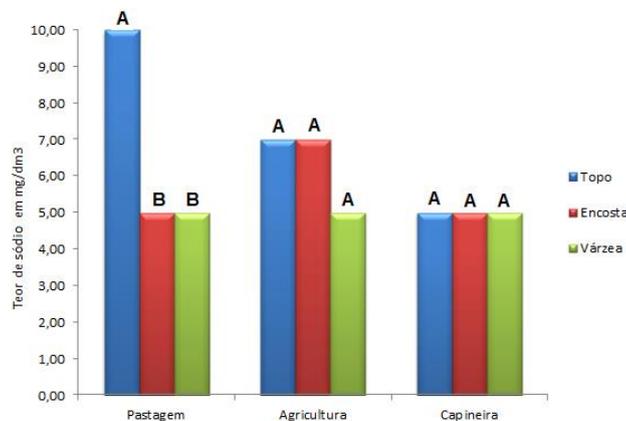


Figura 6. Variação dos teores de Na⁺ na camada de 0 a 20 cm.

Na Figura 7 observa-se os valores de pH na bacia hidrográfica estudada em diferentes condições de relevo (topo, encosta e várzea) sob diferentes usos do solo (pastagem, agricultura e capineira), onde

na maioria dos casos, em relação ao uso e relevo estão acima da média, apresentando de acordo a EMBRAPA (2006), condições de acidez média a acidez fraca, que são favoráveis a disponibilidade de nutrientes às plantas.

A disponibilidade e a utilização dos nutrientes vegetais no solo são profundamente afetadas pela acidez, conforme observa-se na Figura 8 e a Tabela 2. Nas encostas e várzeas é possível observar valores de pH mais baixos em relação ao topo, isso se deve principalmente a lavagem das bases em áreas onde o índice de precipitação é mais elevado, pois nestas condições de relevo, tende a decair o pH, principalmente em áreas de várzeas.

No caso das pastagens e encostas, é possível observar diferenças significativas em relação ao topo sobre mesmas condições, isso pode ser explicado pela condição de relevo inclinado que apresentam as encostas que em áreas descobertas com vegetação rasteira facilita a lavagem do solo. Segundo Malavolta (1985), a água lava as bases do complexo de troca deixando íons H^+ em seu lugar, deixando o pH baixo.

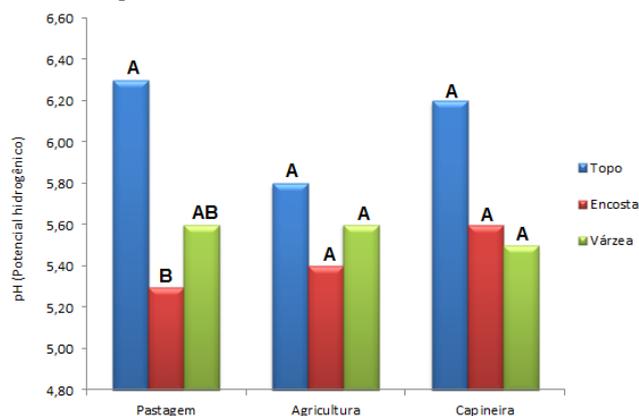


Figura 7. Variação do pH na camada de 0 a 20 cm.

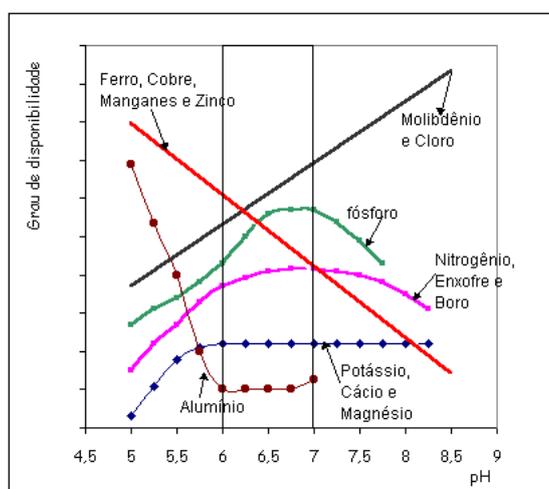


Figura 8. Efeito do pH na disponibilidade dos nutrientes e na solubilidade do alumínio no solo.

Fonte: Malavolta (1979).

Tabela 2. Estimativa da variação percentual na assimilação dos principais nutrientes pelas plantas em função do pH do solo

Elementos	pH					
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Nitrogênio	20%	50%	75%	100%	100%	100%
Fósforo	30%	32%	40%	50%	100%	100%
Potássio	30%	35%	70%	90%	100%	100%
Enxofre	40%	80%	100%	100%	100%	100%
Cálcio	20%	40%	50%	67%	83%	100%
Magnésio	20%	40%	50%	70%	80%	100%

Fonte: PNFCA (1974); EMBRAPA (1980).

Conclusão

Entre as formas de uso do solo da topossequência analisada, nas áreas de pastagem foram encontrados os maiores teores de potássio e sódio, sendo possível observar a variação dessas variáveis do topo para a várzea.

Observa-se também que o solo das áreas de encosta sob pastagem apresentou maior acidez.

Referências

- DORAN, J. W.; ZEISS, M. R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*, v.15, p.3-11, 2000.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de Produção 1. Cultivo do milho: Fertilidade dos Solos: Embrapa Milho e Sorgo, 2006.
- FARIA, A. F. G.; SANTOS, A. C.; SANTOS, T. M.; BATISTELLA FILHO, F. Influência do manejo do solo nas propriedades químicas e físicas em topossequência na bacia do rio Araguaia, Estado do Tocantins. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, n.2, p.517-524, 2010.
- LAL, R.; PIRCE, F. J. The vanishing resource. In: LAL, R.; PIRCE, F. J. (Eds.) *Soil management for sustainability*. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, p.1-5, 1991.
- LEVY, G. J.; SHAINBERG, I.; MILLER, W. P. Physical properties of sodic soils. In: SUMMER, M. E.; NAIDU, R. (eds.), *Sodic soils: Distribution, properties, management and environmental consequences*. New York: Oxford University Press, 1998. p.77-94.
- MALAVOLTA, E. Reação do solo e crescimento das plantas. In: *Seminário sobre Corretivos Agrícolas*. Campinas, Fundação Cargill, p.3-64, 1985.
- PNFCA. Programa Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola. *Diário Oficial da União* de 11-11-1974, p.12. 857-73.
- RICCI, M. S. F.; DEFELIPO, B. V.; COSTA, L. M.; REZENDE, S. B. As frações granulométricas do solo como reserva de potássio para as plantas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.13, p.181-86, 1989.
- SANS, L. M. A. Avaliação da qualidade do solo. In: OLIVEIRA, T. S.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. E C (Eds). *Agricultura, sustentabilidade e o semiárido*. Fortaleza, UFC, SBCS, 2000. p.170-213.
- SILVA, G. F.; SANTOS, D.; SILVA, A. P.; SOUZA, J. M. Indicadores de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso na mesorregião do agreste paraibano. *Revista Caatinga*, v.28, n.3, p.25-35, 2015.
- SANTOS, A. C.; SALCEDO, I. H.; CANDEIAS, A. L. B. Relação entre o relevo e as classes texturais do solo na microbacia hidrográfica de Vaca Brava, PB. *Revista Brasileira de Cartografia*, v.54, n.1, p.86-94, 2002.
- SANTOS, A. C.; SALCEDO, I. H. Relevo e fertilidade do solo em diferentes estratos da cobertura vegetal na bacia hidrográfica da represa Vaca Brava, Areia, PB. *Revista Árvore*, v.34, n.2, p.277-285, 2010.

INFLUÊNCIA DAS ADUBAÇÕES ORGÂNICA E MINERAL NA FAUNA EDÁFICA EM LUVISSOLO CULTIVADO COM GERGELIM

Adeilson dos Santos Freire¹
Saulo Cabral Gondim²
Petrônio Cabral Gondim³
Guttemberg da Silva Silvino⁴
Mauricio Javier De Leon⁵
Anderson Tenório de Meneses⁶
Maria Jucineide de Farias Figueirêdo⁷

¹Engenheiro Agrônomo, Brasil, adeilsonagronomia@gmail.com

²Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal da Paraíba/Areia, Brasil, saulogondim@gmail.com

³Engenheiro Agrônomo, Secretaria de Agropecuária e Pesca (SEDAP/PB), Brasil, pcgondim@yahoo.com.br

⁴Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal da Paraíba/Areia, Brasil, guttembergs@gmail.com

⁵Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal da Paraíba/Areia, Brasil, mjleon@gmail.com

⁶Graduando em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba/Areia, Brasil, anderson_tenorio.m@hotmail.com

⁷Graduanda em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba/Areia, Brasil, jucineideagronomia2012@hotmail.com

Introdução

Segundo a Faostat (2013), o gergelim (*Sesamum indicum* L.) é explorado em diversos países, sendo considerada uma das oleaginosas mais antigas da humanidade, sob cultivo. A produção mundial está estimada em 4.092.236 toneladas, em uma área de aproximadamente 6.628.276 milhões de hectares, com rendimento médio de 617,4 kg ha⁻¹. O Brasil produz 5.000 toneladas de grão ano, em uma área de 8.000 ha, cujo rendimento médio é da ordem de 625 kg ha⁻¹.

A macrofauna é constituída por uma complexidade de organismos que diferem no tamanho, metabolismo, atividades e mobilidade (PASINI e BENITO, 2004), com comprimento maior que 2 mm (SWIFT et al., 1979).

Conforme Bayer e Mielniczuk (1999) citados por Montenegro et al. (2010), a macrofauna tem papel fundamental na fragmentação e incorporação dos resíduos ao solo, criando assim, condições favoráveis à ação decompositora dos microrganismos. Entretanto, os benefícios da fauna edáfica são poucos conhecidos em solos brasileiros (ALVES et al., 2006). Conforme Giracca et al. (2010), a população desses organismos pode ser influenciada pelo sistema de cultivo, adubação e calagem. O uso de diferentes coberturas vegetais e de práticas culturais parece atuar diretamente sobre a população da fauna do solo. Este efeito é muitas vezes relacionado à permanência de resíduos orgânicos sobre a superfície do solo.

A adição de resíduos orgânicos em sistemas de cultivo é um fator que pode influenciar a biota do solo, principalmente pelo fornecimento de alimento para os organismos e modificações na temperatura e cobertura do solo (CORREIA & PINHEIRO, 1999; BARETTA et al., 2003). A macrofauna do solo tem importante papel nos processos do ecossistema no que concerne à ciclagem de nutrientes e estrutura do solo, pois é responsável pela fragmentação dos resíduos orgânicos, mistura das partículas minerais e orgânicas, redistribuição da matéria orgânica, além de produzir “pellets fecais” (HENDRIX et al., 1990; BARETTA et al., 2007).

O objetivo deste trabalho é avaliar a abundância, diversidade e uniformidade da macrofauna do solo sob influência da adubação orgânica com esterco caprino em comparação com a adubação NPK em um Luvisso solo com duas cultivares de gergelim.

Material e Métodos

Localização experimental

O experimento foi desenvolvido em 2013, no município de Alagoinha-PB, em condições de campo, na Estação Experimental da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A. (EMEPA), distante aproximadamente 2,0 km da cidade. O município de Alagoinha, em particular o experimento, está localizado na mesorregião do Agreste Paraibano, microrregião de Guarabira, com posição delimitada pelas coordenadas geográficas 06° 58' 08" S e 35° 33' 09,8" W, com altitude média de 164,5 m, sendo a PB 075, sentido Guarabira – Alagoa Grande, a principal via de acesso ao experimento.

Caracterização climática e tipo de solo

O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo As', que se caracteriza por ser quente e úmido, com temperaturas médias do ar em torno de 25°C (CLIMATEMPO, 2013). O município de Alagoinha – PB, apresentou precipitação pluviométrica média anual, nos últimos dez anos, na ordem de 1.170mm com chuvas concentrando-se nas estações de outono-inverno (AES, 2013).

O solo onde foi executado o experimento, foi descrito e coletado por Santos (1998) e classificado segundo Embrapa (1997) como Podzólico Vermelho Amarelo Ta Eutrófico, atualmente reclassificado segundo EMBRAPA (2013) como Luvissolo Crômico Pálico Abrúptico, de textura franco arenosa, com os atributos químicos determinados no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do CNPA/EMBRAPA, Campina Grande, PB, e atributos físicos determinados no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do CCA/UFPB, Areia, PB, em amostra composta obtida na camada de 0–20 cm.

Obtenção do insumo orgânico

O esterco caprino foi obtido no Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba. A análise do referido material foi realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas CNPA/EMBRAPA, em 2013.

Preparo do solo e condução do experimento

O preparo do solo foi realizado através de um roço com posterior gradagem, em seguida foi demarcado para formação dos blocos com suas respectivas parcelas, para tanto, utilizou-se piquetes e barbantes na determinação dos mesmos.

A semeadura atendeu as exigências contidas na Portaria 246/2012, referente ao Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura de gergelim no Estado da Paraíba, ano-safra 2012/2013 (MAPA, 2012). Após demarcação da área, foi realizada abertura de sulcos na profundidade de 10,0 cm, para aplicação dos fertilizantes de acordo com sorteio prévio das parcelas, e em seguida recobertos com uma fina camada de terra, para posterior distribuição das sementes na profundidade máxima de 2,0 cm, com plantadeira manual.

A adubação nitrogenada, em função do baixo teor de matéria orgânica, de acordo com a caracterização dos atributos químicos do solo, foi fixado em 80 kg ha⁻¹ de N (sulfato de amônio), parcelado em duas vezes, sendo 1/3 no plantio e o restante na antese (35 a 45 dias da emergência das plântulas), colocado ao lado e coberto com solo; em relação ao fósforo devido ao seu baixo teor (8,7 mg dm⁻³), e a baixa mobilidade deste no solo, foi aplicado 80 kg ha⁻¹ por ocasião da semeadura, conforme Cavalcanti et al. (2008). Ainda segundo os mesmos autores, em relação ao potássio, apesar do elevado teor deste elemento apresentado na análise química do solo (0,28 cmol_c dm⁻³), foi necessário aplicar 20 kg ha⁻¹ deste nutriente, em cobertura, colocado ao lado e coberto com solo, no mesmo momento da adubação nitrogenada. A partir do valor estabelecido para a adubação nitrogenada (80 kg ha⁻¹), foi calculada a sua equivalência em relação a fonte orgânica estudada, levando em consideração o percentual de N contido no material objeto de estudo, de forma a se fornecer a mesma quantidade de N (96,48 kg de esterco caprino) para atender a necessidade da equivalência do experimento.

Durante a condução do experimento foram executadas capinas manuais com o auxílio de enxadas, para manter a cultura livre da concorrência com plantas daninhas e aplicado herbicida indicado para folhas largas e/ou estreitas.

Obtenção de sementes

As sementes dos cultivares BRS196 e BRS Seda, utilizadas no experimento, foram disponibilizadas pelo CNPA/EMBRAPA, adaptados as condições edafoclimáticas da região, com alto potencial produtivo, superior a 1.500 kg ha⁻¹, quando cultivados em regime de sequeiro e de mais de 2.500 kg ha⁻¹ em

condições ideais de solo, água e manejo da cultura.

Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com arranjo fatorial (2 x 1) + 4, com quatro repetições, relativo a dois cultivares de gergelim (BRS 196 (CNPA G4) e BRS Seda), uma fonte orgânica animal (esterco caprino) e quatro tratamentos adicionais (testemunha absoluta), sendo um tratamento sem e com adubação NPK, com estas, fundamentadas na análise do solo, totalizando 24 unidades experimentais. Cada parcela teve 28,8 m² (8,0 m x 3,6 m), área útil de 9,6 m² (8,0 m x 1,2 m), cujo espaçamento foi de 0,6 m entre linhas e 0,1 m entre plantas, totalizando 480 plantas por parcela.

A distribuição da fonte orgânica e das testemunhas adicionais (com NPK e sem adubo), correspondente aos tratamentos na área experimental foi de acordo com sorteio prévio e suas quantidades aplicadas por parcelas. Sendo assim, os tratamentos obedeceram a seguinte distribuição: T₁: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS 196 (CNPA G4), T₂: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS Seda, T₃: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS 196 (CNPA G4), T₄: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS Seda, T₅: Sem adubação no cultivar BRS 196 (CNPA G4) e T₆: Sem adubação no cultivar BRS Seda.

Avaliação da macrofauna edáfica

Para avaliação da macrofauna do solo foram instaladas armadilhas adaptadas do tipo PROVID (ANTONIOLLI et al., 2006), constituídas por garrafa PET com capacidade de dois litros, contendo quatro aberturas na forma de janelas com dimensões de 2 x 2 cm, localizadas a 20 cm da base da garrafa, sendo esta, enterrada com as aberturas ao nível do solo, de modo a permitir a entrada dos indivíduos da macrofauna (Figura 1).

A amostragem da macrofauna edáfica foi realizada durante o período de desenvolvimento dos cultivares de gergelim sob a influência das referidas adubações orgânica e mineral. A primeira implantação das armadilhas foi realizada 15 dias após a emergência das plântulas (DAS), sendo utilizadas 3 garrafas PET distribuídas na entrelinha central de cada parcela da seguinte forma: a primeira a 1,5 metros do início, a segunda localizada no centro, e a terceira a 1,5 metro do final da entrelinha totalizando 72 armadilhas em toda área experimental.

As armadilhas foram instaladas, por um período de quatro dias, contendo em seu interior 130 ml de uma solução detergente neutro na concentração de 15% e 3 gotas de formol.

Após a coleta, indivíduos capturados nas armadilhas foram lavados e mantidos em álcool a 70%, até a contagem e identificação dos organismos ao nível de ordem. Os procedimentos de implantação das armadilhas e coleta da macrofauna do solo foram realizados cinco vezes, num intervalo de 20 dias da coleta anterior.

Na avaliação do comportamento ecológico da macrofauna do solo, mensurou-se o número total de indivíduos (abundância) e riqueza de grupos faunísticos e foram feitas comparações das comunidades utilizando-se os índices de biodiversidade de Shannon (H) e de equitabilidade de Pielou (e) (ODUM, 1993).

O índice de diversidade de Shannon (H) é definido por:

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

Em que: $p_i = n_i/N$; $n_i = n^\circ$ de indivíduos de cada grupo; $N = n^\circ$ total de indivíduos.

Esse índice assume valores que podem variar de 0 a 5, sendo que o declínio de seus valores é o resultado de uma maior dominância de grupos em detrimento de outros (BEGON; HARPER; TOWNSEND, 1996).

O índice de uniformidade de Pielou (e) é um índice de equitabilidade, sendo definido por:

$$e = H/S$$

Em que: H = índice de Shannon; S = número de espécies ou grupos.

Resultados e Discussão

Abundância e riqueza da macrofauna edáfica

Na Tabela 1 observa-se a distribuição dos indivíduos coletados por amostragem realizada.

Durante o período estudado foram coletados um total de 10.689 indivíduos pertencentes a macrofauna edáfica, apresentando a respectiva distribuição entre as cinco amostragens realizadas: primeira: 4.124, segunda: 1.547, terceira: 1.381, quarta: 1.485 e quinta amostragem: 2.152 indivíduos, conforme pode ser observado na Tabela 4. Essa maior abundância de indivíduos ocorrida na primeira amostragem pode justificar-se pela precipitação ocorrida nos meses de abril e maio como pode-se observar na Figura 2, onde até antes da chegada dos mesmos, a quantidade de chuva foi muito reduzida, proporcionando com a chegada do período chuvoso as condições ideais de temperatura e umidade para a reprodução dos organismos edáficos e conseqüente aumento da sua população. Gondim (2010) constatou que, independentemente das doses aplicadas de biofertilizante bovino e irrigação com água não salina, houve uma abundância de indivíduos maior na época chuvosa em relação a época seca.



Figura 1. Armadilha adaptada do tipo PROVID para captação da macrofauna do solo.
Fonte: Gondim (2010).

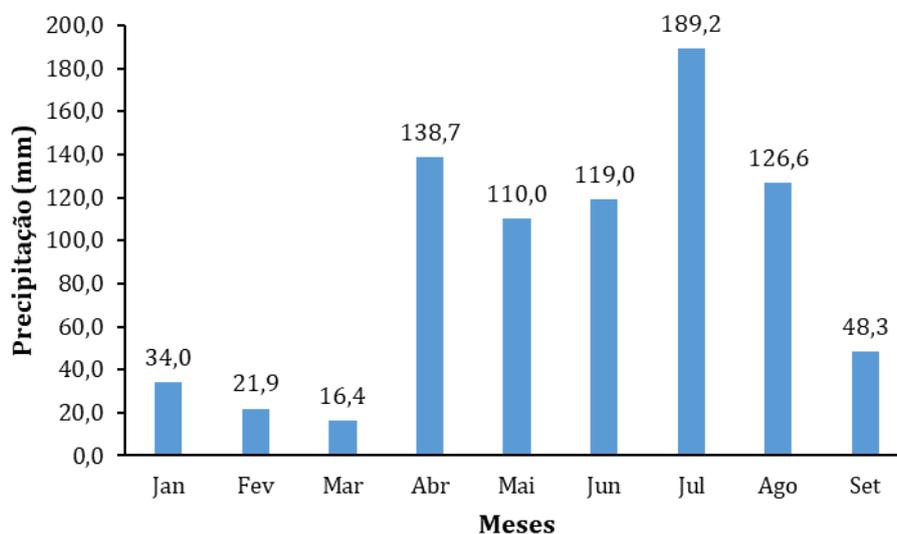


Figura 2. Precipitação pluviométrica em Alagoinha-PB, no período estudado do ano de 2013.
Fonte: AESA (2013).

Tabela 1. Distribuição dos indivíduos nas cinco amostragens.

Amostragens					
1ª Amostragem (05/06/2013)	2ª Amostragem (29/06/2013)	3ª Amostragem (23/07/2013)	4ª Amostragem (16/08/2013)	5ª Amostragem (09/09/2013)	Média das Amostragens
Número de Indivíduos					
4.124	1.547	1.381	1.485	2.152	2.138

A partir da segunda até a penúltima amostragem, ocorreu um equilíbrio entre o número de indivíduos coletados, o que pode ser considerado normal após a explosão populacional que se deu anteriormente devido aos fatores já expostos. Na quinta e última amostragem esse equilíbrio foi quebrado com um considerável aumento do número de indivíduos coletados, apesar da precipitação ter apresentado constante diminuição (Figura 2). Araújo (2010) verificou que com o término da época chuvosa, logo após a queda de folhas do estrato arbóreo-arbustivo, os grupos taxonômicos da macrofauna do solo tendem a aumentar devido uma maior distribuição de alimentos.

1ª Amostragem

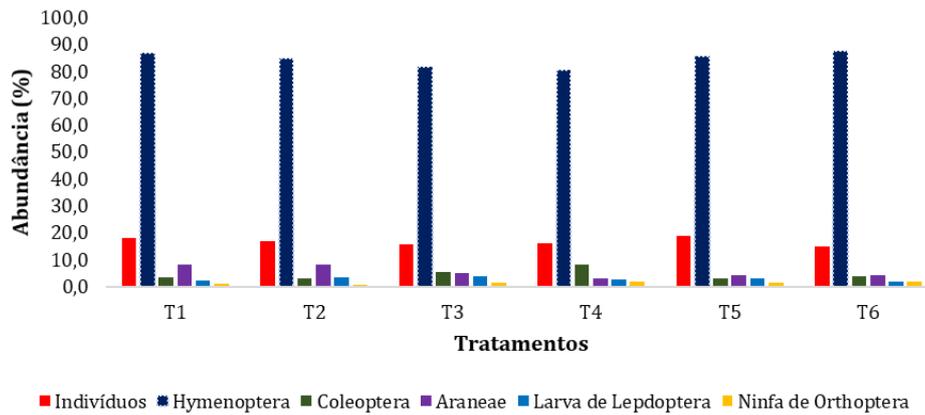


Figura 3. Variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado na 1ª amostragem.

2ª Amostragem

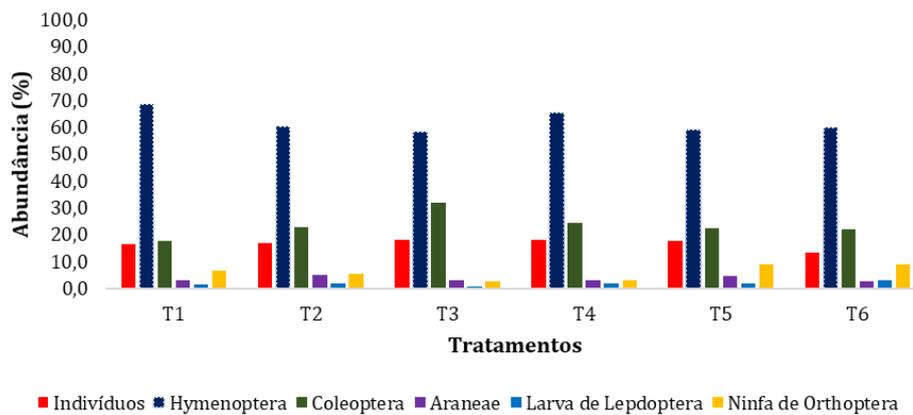


Figura 4. Variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado na 2ª amostragem.

3ª Amostragem

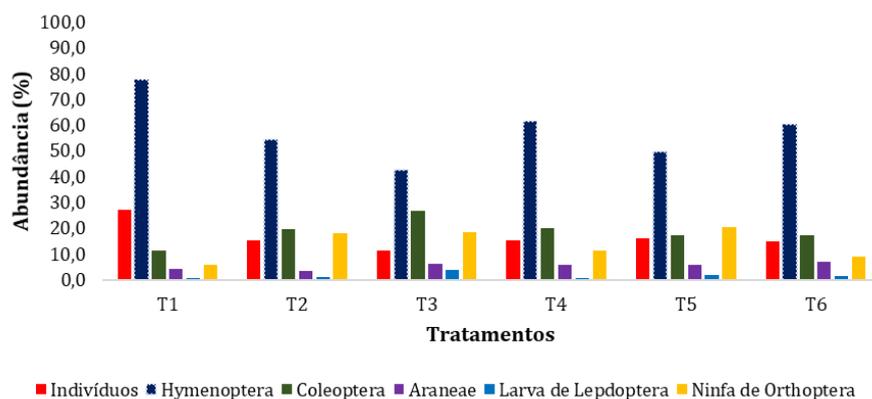


Figura 5. Variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado na 3ª amostragem.

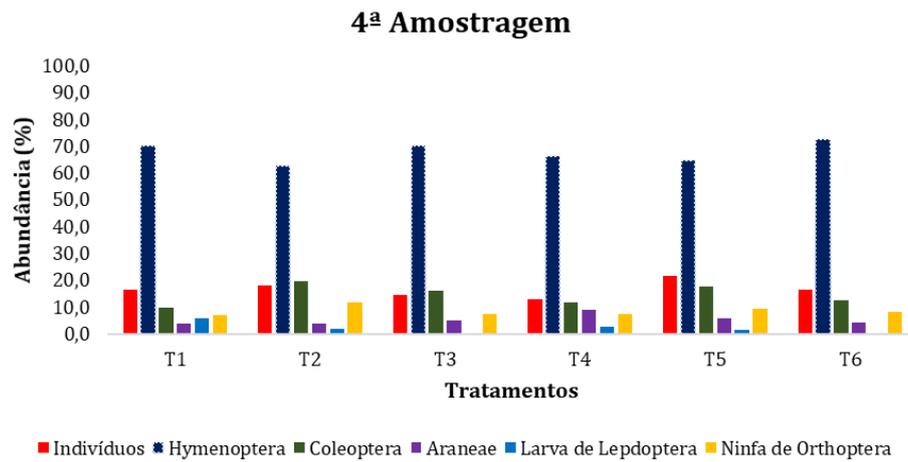


Figura 6. Variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado na 4ª amostragem.

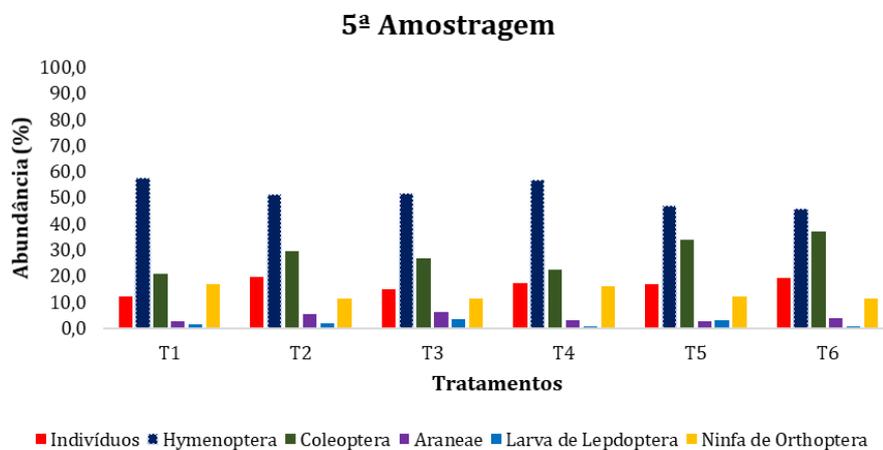


Figura 7. Variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado na 5ª amostragem.

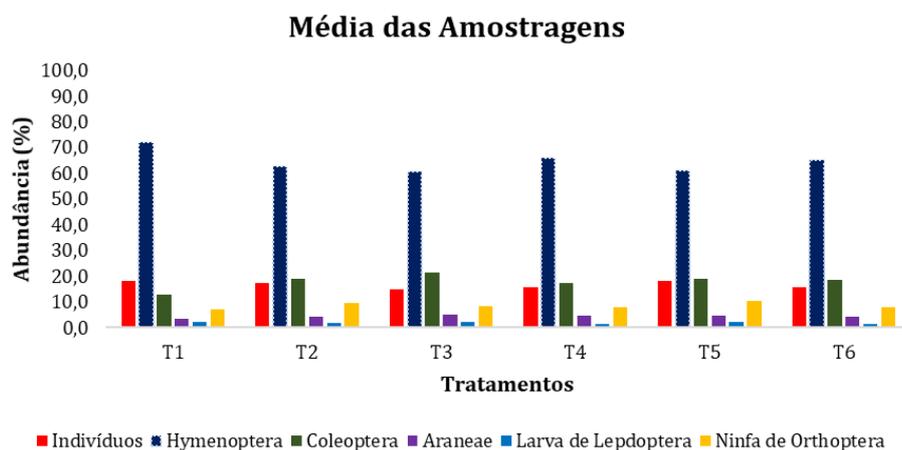


Figura 8. Média da variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado em todas as amostragens.

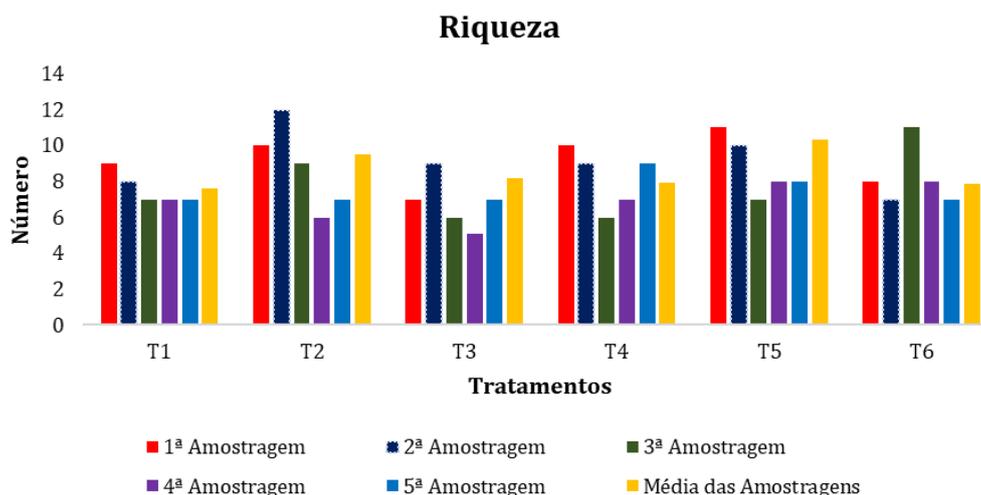


Figura 9. Riqueza de grupos faunísticos em função do tratamento aplicado em todas as amostragens.

Nas Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8 observa-se a variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado em cada amostragem. Já na Figura 9 observa-se a riqueza de grupos faunísticos em função do tratamento aplicado em cada amostragem.

Com relação a distribuição dos indivíduos por tratamento aplicado, percebe-se nas Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8, que predominou um equilíbrio nesta distribuição com variações percentuais pequenas em sua grande maioria e apesar destas serem pouco significativas, que os tratamentos onde houve a adubação orgânica com esterco caprino (T₁ e T₂), tiveram uma abundância e riqueza de grupos faunísticos (Figura 9) superiores àqueles que receberam a adubação mineral (T₃ e T₄) e que não receberam qualquer tipo de adubação (T₅ e T₆) em todas as amostragens realizadas. Possivelmente, a adubação orgânica com esterco caprino, tenha se tornado uma fonte alimentar adicional para os organismos da macrofauna edáfica nos tratamentos contemplados com esta adubação, fazendo com que a população destes organismos aumentasse.

Em se tratando da distribuição dos grupos faunísticos por tratamento aplicado e por amostragem realizada, observa-se nas Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8 que, independentemente destes, ocorreu a predominância do grupo Hymenoptera, que foi sucedido em abundância pelo grupo Coleoptera. A maior abundância desse grupo se deu na primeira amostragem onde seus percentuais passaram de 80%, acompanhando a grande população coletada na mesma e diminuindo consideravelmente (entorno de 20 %) com o crescimento das populações dos demais grupos com destaque para Coleoptera. Essa maior frequência dos grupos Hymenoptera e Coleoptera pode ser explicada pelo fato dos integrantes desses grupos possuírem uma maior mobilidade favorecida pela sua anatomofisiologia.

A superioridade no número ou densidade de indivíduos do grupo Hymenoptera, também foi verificada por Correia et al. (2009) ao quantificarem a macrofauna edáfica em três ambientes do agreste paraibano, por Fernandes et al. (2009) avaliando os impactos do uso das queimadas nos solos do semiárido da Paraíba, e por Gondim (2010), avaliando o efeito da aplicação de biofertilizante bovino na macrofauna edáfica.

Os demais grupos faunísticos encontrados (Pulmonata, Blattaria, Scolopendromopha, Spirostreptida, Scorpiones, Pulpa de Coleoptera, Larva de Coleoptera, Orthoptera, Isoptera, Ixodida, Hemyptera e Mantodea) apresentaram um número de indivíduos muito reduzido durante as amostragens realizadas. Souto (2006) relata que os grupos faunísticos que aparecem em menor número, provavelmente estão restritos a ambientes mais favoráveis, mas, apesar disso, são de grande importância no processo de decomposição da matéria orgânica.

Diversidade e uniformidade da macrofauna edáfica

Nas Tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 observa-se os valores dos índices de diversidade de Shannon e uniformidade de Pielou dos principais grupos faunísticos por tratamento aplicado em cada amostragem realizada. Já na Tabela 8 observa-se os valores dos índices de diversidade de Shannon e uniformidade de Pielou de cada tratamento aplicado por amostragem realizada.

De acordo com as Tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e 7, o grupo faunístico Hymenoptera apresentou os menores índices de diversidade de Shannon em relação aos outros grupos independentemente do tratamento

aplicado e da amostragem realizada, mostrando que esse grupo é o mais dominante e menos uniforme, já que o índice de Pielou é diretamente proporcional ao índice de Shannon. Segundo Begon, Harper e Townsend (1996), isso reflete uma maior população de indivíduos de um determinado grupo ou grupos em detrimento de outros, promovendo com isso redução na diversidade de Shannon.

Observa-se ainda nas Tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e 7, um aumento dos índices de diversidade de Shannon e respectivamente dos índices de uniformidade de Pielou do grupo Hymenoptera da primeira para as demais amostragens, isso muito em virtude da maior abundância desse grupo nessa amostragem e consequente declínio, visto que, a diversidade de Shannon é inversamente proporcional a abundância. Um comportamento contrário ocorreu com Coleoptera, o segundo grupo mais representativo, onde os índices de Shannon apresentaram uma redução acompanhando o aumento da sua população.

Tabela 2. Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica na primeira amostragem por tratamento aplicado

Tratamentos	Grupos Faunísticos											
	Hymenoptera		Coleoptera		Araneae		Larva de Lepidoptera		Ninfa de Orthoptera		Outros ⁽¹⁾	
1ª Amostragem (05/06/2013)												
	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e
T ₁ ⁽²⁾	0,06	0,01	1,38	0,14	1,44	0,14	1,67	0,17	2,03	0,20	2,60	0,26
T ₂ ⁽³⁾	0,07	0,01	1,52	0,14	1,54	0,14	1,46	0,13	2,14	0,19	2,37	0,22
T ₃ ⁽⁴⁾	0,09	0,01	1,28	0,14	1,30	0,14	1,43	0,16	1,81	0,20	1,97	0,22
T ₄ ⁽⁵⁾	0,09	0,01	1,09	0,11	1,50	0,11	1,59	0,16	1,70	0,17	2,36	0,24
T ₅ ⁽⁶⁾	0,07	0,01	1,53	0,22	1,38	0,22	1,51	0,22	1,89	0,27	2,55	0,36
T ₆ ⁽⁷⁾	0,06	0,01	1,42	0,18	1,37	0,17	1,74	0,22	1,71	0,21	2,68	0,34

⁽¹⁾ Outros: média dos grupos faunísticos com menor abundância. ⁽²⁾ T₁: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽³⁾ T₂: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS Seda. ⁽⁴⁾ T₃: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁵⁾ T₄: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS Seda. ⁽⁶⁾ T₅: Sem adubação no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁷⁾ T₆: Sem adubação no cultivar BRS Seda.

Tabela 3. Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica na segunda amostragem por tratamento aplicado

Tratamentos	Grupos Faunísticos											
	Hymenoptera		Coleoptera		Araneae		Larva de Lepidoptera		Ninfa de Orthoptera		Outros ⁽¹⁾	
2ª Amostragem (29/06/2013)												
	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e
T ₁ ⁽²⁾	0,23	0,02	0,50	0,04	1,54	0,13	2,15	0,18	1,60	0,13	2,07	0,17
T ₂ ⁽³⁾	0,18	0,02	0,61	0,06	1,54	0,15	1,74	0,17	1,54	0,15	2,29	0,23
T ₃ ⁽⁴⁾	0,16	0,02	0,76	0,08	1,51	0,17	1,81	0,20	1,18	0,13	2,15	0,24
T ₄ ⁽⁵⁾	0,22	0,02	0,64	0,07	1,30	0,14	1,71	0,19	1,27	0,14	2,24	0,25
T ₅ ⁽⁶⁾	0,23	0,03	0,65	0,08	1,36	0,17	1,74	0,22	1,05	0,13	2,25	0,28
T ₆ ⁽⁷⁾	0,22	0,03	0,65	0,09	1,61	0,23	1,53	0,22	1,05	0,15	1,92	0,27

⁽¹⁾ Outros: média dos grupos faunísticos com menor abundância. ⁽²⁾ T₁: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽³⁾ T₂: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS Seda. ⁽⁴⁾ T₃: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁵⁾ T₄: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS Seda. ⁽⁶⁾ T₅: Sem adubação no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁷⁾ T₆: Sem adubação no cultivar BRS Seda.

Tabela 4. Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica na terceira amostragem por tratamento aplicado

Tratamentos	Grupos Faunísticos											
	Hymenoptera		Coleoptera		Araneae		Larva de Lepdoptera		Ninfa de Orthoptera		Outros ⁽¹⁾	
3ª Amostragem (23/07/2013)												
	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e
T ₁ ⁽²⁾	0,11	0,01	0,95	0,09	1,37	0,12	2,27	0,21	1,25	0,11	2,42	0,22
T ₂ ⁽³⁾	0,21	0,02	0,69	0,18	1,25	0,14	2,33	0,26	0,95	0,11	2,03	0,23
T ₃ ⁽⁴⁾	0,30	0,04	0,77	0,11	1,23	0,18	1,74	0,25	0,69	0,10	1,83	0,26
T ₄ ⁽⁵⁾	0,37	0,05	0,58	0,08	1,20	0,17	1,42	0,20	0,74	0,11	1,60	0,23
T ₅ ⁽⁶⁾	0,26	0,04	0,71	0,12	1,48	0,25	2,02	0,34	0,74	0,12	2,13	0,36
T ₆ ⁽⁷⁾	0,22	0,04	0,77	0,13	1,16	0,19	1,83	0,31	1,05	0,18	2,14	0,36

⁽¹⁾ Outros: média dos grupos faunísticos com menor abundância. ⁽²⁾ T₁: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽³⁾ T₂: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS Seda. ⁽⁴⁾ T₃: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁵⁾ T₄: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS Seda. ⁽⁶⁾ T₅: Sem adubação no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁷⁾ T₆: Sem adubação no cultivar BRS Seda.

Tabela 5. Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica na quarta amostragem por tratamento aplicado

Tratamentos	Grupos Faunísticos											
	Hymenoptera		Coleoptera		Araneae		Larva de Lepdoptera		Ninfa de Orthoptera		Outros ⁽¹⁾	
4ª Amostragem (16/08/2013)												
	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e
T ₁ ⁽²⁾	0,15	0,02	0,79	0,10	1,30	0,16	0,00	0,00	1,13	0,14	0,00	0,00
T ₂ ⁽³⁾	0,15	0,02	1,01	0,13	1,44	0,18	1,25	0,16	1,16	0,15	1,94	0,24
T ₃ ⁽⁴⁾	0,19	0,03	0,75	0,11	1,23	0,18	1,91	0,27	1,03	0,15	2,41	0,34
T ₄ ⁽⁵⁾	0,14	0,02	0,91	0,13	1,38	0,20	2,38	0,34	1,08	0,15	2,18	0,31
T ₅ ⁽⁶⁾	0,20	0,04	0,71	0,14	1,42	0,28	1,73	0,35	0,93	0,19	2,42	0,48
T ₆ ⁽⁷⁾	0,18	0,03	0,93	0,16	1,05	0,18	1,58	0,26	1,13	0,19	1,77	0,30

⁽¹⁾ Outros: média dos grupos faunísticos com menor abundância. ⁽²⁾ T₁: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽³⁾ T₂: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS Seda. ⁽⁴⁾ T₃: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁵⁾ T₄: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS Seda. ⁽⁶⁾ T₅: Sem adubação no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁷⁾ T₆: Sem adubação no cultivar BRS Seda.

Tabela 6. Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica na quinta amostragem por tratamento aplicado

Tratamentos	Grupos Faunísticos											
	Hymenoptera		Coleoptera		Araneae		Larva de Lepdoptera		Ninfa de Orthoptera		Outros ⁽¹⁾	
5ª Amostragem (09/09/2013)												
	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e
T ₁ ⁽²⁾	0,33	0,04	0,47	0,05	1,61	0,18	1,52	0,17	0,92	0,10	2,36	0,26
T ₂ ⁽³⁾	0,29	0,04	0,53	0,07	1,26	0,16	1,72	0,22	0,94	0,12	2,62	0,33
T ₃ ⁽⁴⁾	0,34	0,05	0,43	0,06	1,44	0,21	2,32	0,33	0,94	0,13	2,12	0,30
T ₄ ⁽⁵⁾	0,24	0,03	0,65	0,09	1,53	0,22	2,27	0,32	0,80	0,11	2,57	0,37
T ₅ ⁽⁶⁾	0,29	0,04	0,58	0,08	1,20	0,17	1,46	0,21	0,95	0,14	2,35	0,34
T ₆ ⁽⁷⁾	0,24	0,03	0,68	0,10	1,58	0,23	1,82	0,26	0,78	0,11	2,42	0,35

⁽¹⁾ Outros: média dos grupos faunísticos com menor abundância. ⁽²⁾ T₁: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽³⁾ T₂: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS Seda. ⁽⁴⁾ T₃: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁵⁾ T₄: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS Seda. ⁽⁶⁾ T₅: Sem adubação no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁷⁾ T₆: Sem adubação no cultivar BRS Seda.

Tabela 7. Média dos valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica nas cinco amostragens por tratamento aplicado

Tratamentos	Grupos Faunísticos											
	Hymenoptera		Coleoptera		Araneae		Larva de Lepidoptera		Ninfa de Orthoptera		Outros ⁽¹⁾	
	Média das Amostragens											
	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e
T ₁ ⁽²⁾	0,18	0,02	0,82	0,08	1,45	0,15	1,52	0,15	1,39	0,14	1,89	0,18
T ₂ ⁽³⁾	0,18	0,02	0,87	0,12	1,41	0,15	1,70	0,19	1,35	0,14	2,25	0,25
T ₃ ⁽⁴⁾	0,22	0,03	0,80	0,10	1,34	0,18	1,84	0,24	1,13	0,14	2,10	0,27
T ₄ ⁽⁵⁾	0,21	0,03	0,77	0,10	1,38	0,17	1,87	0,24	1,12	0,14	2,19	0,28
T ₅ ⁽⁶⁾	0,21	0,03	0,84	0,13	1,37	0,22	1,69	0,27	1,11	0,17	2,34	0,36
T ₆ ⁽⁷⁾	0,18	0,03	0,89	0,13	1,35	0,20	1,70	0,25	1,14	0,17	2,19	0,32

⁽¹⁾ Outros: média dos grupos faunísticos com menor abundância. ⁽²⁾ T₁: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽³⁾ T₂: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS Seda. ⁽⁴⁾ T₃: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁵⁾ T₄: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS Seda. ⁽⁶⁾ T₅: Sem adubação no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁷⁾ T₆: Sem adubação no cultivar BRS Seda.

Na Tabela 8, constata-se que as diferenças entre os índices de diversidade e uniformidade ocorridas entre os tratamentos aplicados onde foram pequenas e inconstantes.

Tabela 8. Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos tratamentos aplicados nas cinco amostragens

Tratamentos	Amostragens											
	1 ^a		2 ^a		3 ^a		4 ^a		5 ^a		Média das Amostragens	
	Amostragem (05/06/2013)		Amostragem (29/06/2013)		Amostragem (23/07/2013)		Amostragem (16/08/2013)		Amostragem (09/09/2013)			
	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e
T ₁ ⁽²⁾	1,53	0,17	1,35	0,15	1,40	0,20	0,56	0,11	1,20	0,15	1,21	0,16
T ₂ ⁽³⁾	1,52	0,15	1,32	0,15	1,24	0,21	1,16	0,17	1,23	0,18	1,29	0,17
T ₃ ⁽⁴⁾	1,31	0,19	1,26	0,16	1,09	0,16	1,25	0,16	1,27	0,18	1,24	0,17
T ₄ ⁽⁵⁾	1,39	0,14	1,23	0,10	0,99	0,17	1,35	0,17	1,34	0,15	1,26	0,15
T ₅ ⁽⁶⁾	1,49	0,14	1,21	0,12	1,22	0,14	1,24	0,21	1,14	0,16	1,26	0,15
T ₆ ⁽⁷⁾	1,50	0,19	1,16	0,17	1,20	0,11	1,11	0,17	1,25	0,18	1,24	0,16

⁽²⁾ T₁: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽³⁾ T₂: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS Seda. ⁽⁴⁾ T₃: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁵⁾ T₄: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS Seda. ⁽⁶⁾ T₅: Sem adubação no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁷⁾ T₆: Sem adubação no cultivar BRS Seda.

Conclusão

Nas amostragens e nos tratamentos estudados, o grupo Hymenoptera foi o que apresentou a maior abundância de indivíduos e menores diversidade e uniformidade.

Os organismos da macrofauna edáfica coletados na área experimental obedeceram a seguinte ordem: Hymenoptera > Coleoptera > Ninfa de Orthoptera > Araneae > Larva de Lepidoptera.

À medida que as plantas de gergelim cresceram ocorreu diminuição no número de organismos do grupo Hymenoptera.

Face o número elevado de organismos da macrofauna edáfica na área experimental, é recomendável o cultivo de uma outra planta para a proteção da cultura principal (gergelim).

Agradecimentos

À EMEPA/PB pela disponibilidade da área experimental, a EMBRAPA pela contribuição das sementes das cultivares de gergelim e ao Departamento de Solos e Engenharia Rural/CCA/UFPB pelo apoio dado.

Referências

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarAnosChuvadasAnuais>. Acesso em: 08 mar. 2013.

- ALVES, M. V.; BARETTA, D.; CARDOSO, E. J. B. N. Fauna edáfica em diferentes sistemas de cultivo no estado de São Paulo. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v.5, n.1, p.34, 2006.
- ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BÖCK, V.; PORT, O.; SILVA, D. M.; SILVA, R. F. Método alternativo para estudar a fauna do solo. *Revista Ciência Florestal*, v.16, n.4, 2006.
- ARAÚJO, K. D. Análise da vegetação e organismos edáficos em áreas de caatinga sob pastejo e aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri-PB. 151f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2010.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, A. L. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v.2, p.97-106, 2003.
- BARETTA, D.; BROWN, G. G.; JAMES, S. W.; CARDOSO, E. J. B. N. Earthworm populations sampled using collection methods in Atlantic Forests with *Araucaria angustifolia*. *Sci. Agric.*, v.64, p.384-392, 2007.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, Cap.2, p.9-26. 1999.
- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. *Ecology: individuals, populations and communities*. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 1996. 1068p.
- CAVALCANTI, F. J. de A. (Coord.). *Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação*. 3. ed. Revisada. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, 2008. 212p.
- CLIMATEMPO. O céu fala, a gente entende. Disponível em: <http://www.climatempo.com.br/>. Acesso em: 28 mar. 2013.
- CORREIA, M. E. F.; PINHEIRO, L. B. A. Monitoramento da fauna do solo sob diferentes coberturas vegetais em um sistema integrado de produção agroecológica. *Seropédica (RJ)*. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, 1999. 15p. (Circular Técnica, 3).
- CORREIA, K. G.; ARAÚJO, K. D.; AZEVEDO, L. G.; BARBOSA, E. A.; SOUTO, J. S.; SANTOS, T. S. Macrofauna edáfica em três diferentes ambientes na região do Agreste Paraibano, Brasil. *Revista Engenharia Ambiental*, v.6, n.1, p.206-213, 2009.
- EMBRAPA. CNPS. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 1997. 170p.
- EMBRAPA. CNPS. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2013. 353p.
- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://www.faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>. Acesso em: 02 abr. 2013.
- FERNANDES, R. A.; SOUTO, P. C.; ALMEIDA, P. G.; SOUTO, L. S.; QUEIROGA, V. P. Impactos do uso das queimadas nos solos do semiárido da Paraíba. In: Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande, 6, PIBIC/CNPq/UFCG, 2009, Campina Grande. Anais... Campina Grande: UFCG, 2009.
- GIRACCA, E. M. N. et al. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudo/RS. *Revista Brasileira Agrociência*, v.9, n.3, p.257-261. 2003.
- GONDIM, S. C. Insumos orgânicos e qualidade da água no maracujazeiro amarelo e na fauna edáfica. 199f. Tese (Doutorado em Processos Ambientais). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2010.
- GONDIM, S. C.; SOUTO, J. S.; CAVALCANTE, L. F.; ARAÚJO, K. D.; RODRIGUES, M. Q. Biofertilizante bovino e salinidade da água na macrofauna do solo cultivado com maracujazeiro amarelo. *Revista Verde Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.5, p.35-45, 2010.
- HENDRIX, P.F.; CROSSLEY JR., D.A.; BLAIR, J.M. e COLEMAN, D.C. Soil biota as components of sustainable agroecosystems. In: EDWARDS, C.A.; LAL, R.; MADDEN, P.; MILLER, R.H. e HOUSE, G. Sustainable agricultural systems. Ankey, Soil and Water Conservation Society, 1990. p.63-654.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa Nº 25, de 23 de julho de 2009. Brasília-DF. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 01 out. 2012.
- MONTENEGRO, F. T.; SOUZA, G. A.V. da S.; OLIVEIRA, S. J. C. Levantamento da Macrofauna Edáfica na Cultura da Mamoeira (*Ricinus communis L.*) no Município de Lagoa Seca-PB. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 4 e Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia. Anais... Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p.1002-1007.

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

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

SANTOS, R. F. dos. Sistema de manejo do solo: efeitos sobre o crescimento e rendimento do algodoeiro herbáceo em condição de sequeiro. 62f. Monografia (Graduação em Agronomia). Centro de Ciência Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB. 1998.

SOUTO, P. C. Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil. 146f. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciência Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB. 2006.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. Decomposition in terrestrial ecosystems. Berkeley: University of California Press, 1979. p.66-117.

POTENCIAL PEDOLÓGICO PARA O CULTIVO DO FEIJÃO COMUM (*Phaseolus vulgaris*) NO ESTADO DA PARAÍBA

**Paulo Roberto Megna Francisco¹
Djail Santos²**

¹Pós-Doutor em Ciência do Solo, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, paulomegna@gmail.com.br

²Dr. em Ciência do Solo, Prof. Titular Dep. de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Areia-PB, santosdj@cca.ufpb.br

Introdução

No planejamento visando o desenvolvimento de uma agricultura sustentável é fundamental o conhecimento das aptidões ambientais de uma região a ser explorada. Neste sentido, antes de se realizar qualquer intervenção no meio rural, é fundamental ter o conhecimento prévio do potencial e das limitações dos solos. A partir desse conhecimento, as atividades agrícolas poderão ser planejadas de modo compatível com sua capacidade, viabilizando o seu uso dentro dos princípios conservacionistas (MARQUES et al., 2010).

A aptidão pedológica refere-se às potencialidades e limitações intrínsecas dos solos para a produção das culturas de forma sustentável, inter-relacionando parâmetros e atributos (SILVA et al., 2013). Na avaliação do potencial de um determinado ambiente para produção de lavouras nas condições naturais basicamente são consideradas as exigências das culturas em relação ao solo e ao clima. As culturas comumente recomendadas nesses tipos de avaliações das terras são aquelas de subsistência, a exemplo da cultura do feijão, que visam à segurança alimentar da população, ou outras de grande potencial econômico (MARQUES et al., 2010).

No Brasil, a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) constitui-se numa das mais representativas explorações agrícolas, não só pela área de cultivo, como também pelo valor da produção. Trata-se de um componente importante na alimentação básica da população nacional, por ser rico em proteínas e ferro (MONTANARI et al., 2010).

Conforme Freire Filho et al. (2005), sabe-se que o feijão é uma das principais culturas de subsistência da região Nordeste do Brasil, integrando a dieta das populações de baixa renda que residem na zona rural. Marques et al. (2010) observa que o feijão por ser uma excelente fonte de proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixa quantidade de gordura (2% de óleo em média) e não conter colesterol; é uma opção importante nos programas públicos centrados na melhoria da qualidade de vidas das populações.

De acordo com Sousa et al. (2004), a produção agrícola é fortemente influenciada pelas condições edafoclimáticas do local e tem sido um dos principais fatores limitantes da produção. E dependendo da disponibilidade e da qualidade dos solos, a capacidade produtiva do setor agrícola pode ser ainda mais limitante. Conforme Amorim Neto et al. (1997), técnicas de identificações de áreas aptas com base em informações do solo e clima possibilitam a definição dos ambientes favoráveis para exploração agrícola, contribuindo com a redução dos riscos de degradação do ambiente.

Vários Estados e municípios têm avançado substancialmente nesses estudos, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, já estando bem definidas as áreas propícias à exploração de suas principais culturas, como o café, a laranja, o algodão, o trigo, o arroz e a soja. No entanto, a ocupação do espaço agrícola brasileiro vem sendo realizada sem que se disponha de um instrumento básico que oriente as atividades de planejamento e uso de seus recursos naturais (CHAGAS, 1999).

Atualmente, o avanço da tecnologia da informação, a disponibilização de imagens de satélite em altas resoluções e de programas computacionais para a análise ambiental houve um grande avanço nos estudos relacionados à gestão dos recursos naturais (FRANCISCO et al., 2012). Neste contexto, o geoprocessamento surge como uma ferramenta que utiliza um conjunto de técnicas matemáticas e computacionais, na forma de programas, o sistema de informações geográficas, que possibilita combinações de informações provenientes de diferentes procedimentos tecnológicos, gerando novas informações, que auxiliam a tomada de decisões, em contextos os mais diversos (DUARTE & BARBOSA, 2009).

Portanto, este trabalho objetiva classificar e mapear os solos com potencial pedológico para o cultivo do feijão comum no Estado da Paraíba utilizando técnicas de geoprocessamento.

Material e Métodos

A área de estudo compreende o Estado da Paraíba que apresenta uma área de 56.372 km². Seu posicionamento encontra-se entre os paralelos 6°02'12" e 8°19'18"S, e entre os meridianos de 34°45'54" e 38°45'45"W (FRANCISCO, 2010).

O clima caracteriza-se por temperaturas médias elevadas, variando entre 22 a 30°C, uma amplitude térmica anual muito pequena, em função da baixa latitude e elevações (<700m). A precipitação varia entre 400 a 800mm anuais, nas regiões interiores semiáridas, e no Litoral, mais úmido, pode ultrapassar aos 1.600mm (VAREJÃO-SILVA et al., 1984).

O relevo apresenta-se de forma geral bastante diversificado, constituindo-se por formas de relevo diferentes trabalhadas por diferentes processos, atuando sob climas distintos e sobre rochas pouco ou muito diferenciadas. No tocante à geomorfologia, existem dois grupos formados pelos tipos climáticos mais significativos: úmido, subúmido e semiárido. O uso atual e a cobertura vegetal caracterizam-se por formações florestais definidas como caatinga arbustiva arbórea aberta, caatinga arbustiva arbórea fechada, caatinga arbórea fechada, tabuleiro costeiro, mangues, mata-úmida, mata semidecidual, mata atlântica e restinga (PARAÍBA, 2006).

As classes predominantes de solos área de estudo (Figura 1) estão descritas no Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978), e estas diferem pela diversidade geológica, pedológica e geomorfológica; atendendo também a uma diversidade de características de solo, relacionadas à morfologia, cor, textura, estrutura, declividade e pedregosidade e outras características (FRANCISCO, 2010).

Neste trabalho a base principal de dados utilizada foi o Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978) e o mapa de solos do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PARAÍBA, 2006) na escala de 1:200.000, representando a área de estudo e a ocorrência e distribuição das classes de solos predominantes no Estado. Para elaboração dos mapas foi utilizado a base de dados obtida por Francisco et al. (2013), elaborada no software SPRING 5.2.2 na projeção UTM/SAD69, onde contém o mapa digital de solos (PARAÍBA, 2006) atualizado em seus limites conforme (IBGE, 2009) (Figura 1).

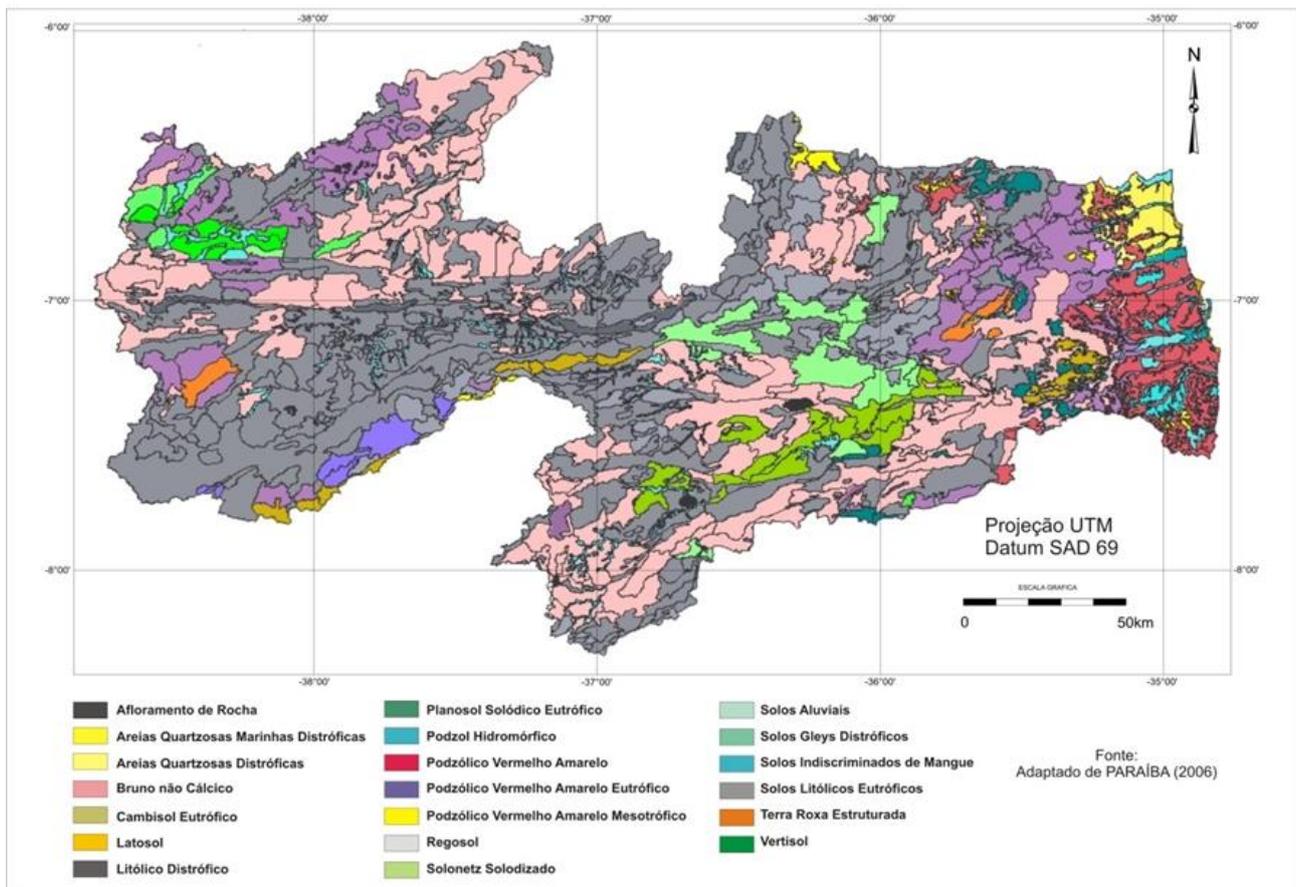


Figura 1. Mapa de solos do Estado da Paraíba. Fonte: Francisco et al. (2013).

Utilizando o Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978) foram extraídas as informações pedológicas dos solos a partir da chave da fórmula básica da classe de capacidade de uso da terra, e após elaborada a classificação dos fatores restritivos (Tabela 1) dos mapas de salinidade/sodicidade, profundidade efetiva, pedregosidade, fertilidade, erosão, drenabilidade e textura, sendo interpretados e classificados de acordo com os fatores restritivos dos solos (nula, ligeira, moderada, forte, muito forte e extremamente forte).

Para classificar e gerar o mapa de declividade foi utilizado a base de dados de Francisco (2010) e Francisco et al. (2013), onde consta um mapa de declividade obtido da imagem SRTM e que foi gerado a partir do mapa de curvas de nível por processo de modelagem, sendo realizado um refinamento das áreas com objetivo de eliminar áreas menores de 3 km² devido a escala de trabalho.

Tabela 1. Fatores restritivos dos solos

Classes	Fator Restritivo							
	Declividade	Pedregosidade	Profundidade Efetiva (m)	Textura	Drenagem	Fertilidade	Salinidade/Sodicidade	Erosão
Nula	0-3%	0%	> 2	Arenosa	Excessiva/ Forte/ Acentuada	Muito Alta	Não Salino/ Não Sódico	Não Aparente
Ligeira	3-6%	< 1%	1 a 2	Média/ Siltosa	Boa	Alta	Não Salino/ Não Sódico	Ligeira
Moderada	6-12%	< 10%	0,5 a 1	Argilosa	Moderada	Média	Ligeiramente Salino/ Ligeiramente Sódico	Moderada
Forte	12-20%	< 30%	0,25 a 0,5	Muito Argilosa/ Indiscriminada	Imperfeita	Baixa	Salino/ Sódico	Severa
Muito Forte	>20%	> 30%	<0,25		Mal	Muito Baixa	Muito Salino/ Muito Sódico	Muito Severa/ Extremamente Severa

Fonte: Adaptado de PARAÍBA (1978); Francisco et al. (2013).

Utilizando o programa SPRING e subprograma LEGAL foi desenvolvido uma linguagem de ponderação para transformar os mapas de fatores restritivos dos solos em grade numérica com valores variando de 0 a 1 adotando-se para cada mapa de fator restritivo. Desta forma, para a classe nula adotou-se 0,2, classe ligeira 0,4, classe moderada 0,6, classe forte 0,8 e classe muito forte 1.

Após foi elaborada uma linguagem para realizar a soma dessas grades tendo como saída uma imagem com grade numérica que foi fatiada em classes de valores, conforme as Tabelas 2 e 3, para a elaboração do potencial pedológico dos solos sob dois níveis de manejo (B e C).

Cada uma das classes de solo teve a sua aptidão pedológica classificada (em função do aumento dos fatores limitantes) em boa, regular, restrita e inapta (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995). Conforme descrito em Ramalho Filho e Beek (1995) o manejo com alta tecnologia (manejo C), conta com a aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisa para o melhoramento e conservação das terras e da cultura e neste caso a motomecanização pode ser usada nas diversas fases do cultivo (SILVA et al., 2013).

Tabela 2. Requerimentos pedológicos para o Feijão no manejo B

Fator restritivo	Classes de aptidão pedológica			
	Boa	Regular	Restrita	Inapta
Declividade	Plano	Suave ondulado a Ondulado	Ondulado a Forte ondulado	Forte ondulado a Montanhoso
	Plano a Suave Ondulado	Ondulado	Forte ondulado	Montanhoso ou Escarpado
Drenagem	Fortemente Drenado	Moderadamente Drenado	Excessivamente Drenado	Mal Drenado
	Acentuadamente Drenado		Imperfeitamente Drenado	Muito Mal Drenado
Erosão	Não Aparente	Moderada	Forte	Muito Forte
	Ligeira			Extremamente Forte
Fertilidade Natural	Alta	Baixa	Muito baixa	-----
	Média			-----
Pedregosidade	Não Pedregosa	Pedregosa	Muito Pedregosa	Extremamente Pedregosa
	Ligeiramente Pedregosa			
Profundidade efetiva	Muito Profundo	Pouco Profundo	Raso	-----
	Profundo			-----
Salinidade	Não Salino	Ligeiramente Salino	Salino	Muito Salino
				Extremamente Salino
Textura	Média Argilosa	Média a Muito Argilosa	Arenosa (areia)	-----
		Siltosa		-----
		Arenosa (areia-franca)		-----
Classes de valores ponderados	0,0 - 2,4	2,4 - 3,4	3,4 - 4,4	4,4 - 8,0

Fonte: Adaptado de Barros et al. (2012).

Essas classes, em ambos os manejos (B e C), de acordo com Barros et al. (2012), são: Boa – Terras sem limitações significativas para produção no nível de manejo considerado. Admitem-se algumas restrições desde que não sejam suficientes para reduzir a produtividade de modo expressivo e não aumente os custos acima de um nível aceitável; Regular – Terras que apresentam limitações moderadas para produção no nível de manejo considerado; Restrita – Terras que apresentam limitações fortes para produção sustentada. Essas limitações reduzem a produtividade ou aumentam os insumos necessários de tal forma que os custos só seriam justificados marginalmente; e Inapta – Corresponde às terras sem aptidão para exploração sustentável da cultura.

Tabela 3. Requerimentos pedológicos para o Feijão no manejo C

Fator restritivo	Classes de aptidão pedológica			
	Boa	Regular	Restrita	Inapta
Relevo	Plano	Suave ondulado a ondulado	Ondulado	Forte ondulado a montanhoso
	Plano a suave ondulado			Montanhoso ou Escarpado
	Suave ondulado			
Profundidade efetiva	Muito profundo	Pouco profundo	Raso	
	Profundo			
Fertilidade natural	Alta/Média	Muito baixa		
	Baixa			
Pedregosidade	Não pedregosa	Moderadamente Pedregosa	Pedregosa	Muito/ Extremamente pedregosa
	Ligeiramente pedregosa			
Drenagem	Fortemente drenado	Moderadamente drenado	Excessivamente drenado	Mal drenado
	Acentuadamente drenado		Imperfeitamente drenado	Muito mal drenado
	Bem drenado			
Textura	Média Argilosa	Média a muito argilosa	Arenosa (areia)	
			Siltosa	
Salinidade		Arenosa (areia-franca)		
	Não salino	Ligeiramente salino	Salino	Muito salino
Erosão				Extremamente salino
	Não aparente	Moderada	Forte	Muito forte
	Ligeira			Extremamente forte
Classes de valores ponderados	0,0 - 3,0	3,0 - 4,0	4,0 - 5,0	5,0 - 8

Fonte: Adaptado de Barros et al. (2012).

Para viabilizar a elaboração do potencial pedoclimático e também visando a padronização cartográfica, foram categorizados nas seguintes classes: muito alto, alto, média, baixa e muito baixa.

Para identificar o potencial pedológico foram calculadas as áreas utilizando a opção do SIG “medida de classes” e elaborada uma tabela enfatizando as diferenças entre as áreas.

Resultados e Discussão

Na Figura 3 observam-se os fatores restritivos dos solos de salinidade/sodicidade, profundidade efetiva, fertilidade, drenabilidade, declividade, textura, erosão e pedregosidade, respectivamente.

O resultado do potencial pedológico para o cultivo do feijão, no nível de manejo B e C, pode ser observado de forma quantitativa na Tabela 4 e visualizado nas Figuras 4 e 5 respectivamente.

Tabela 4. Distribuição das classes do potencial pedológico do manejo B e C

Tipo manejo	Classes do Potencial Pedológico											
	Muito Alta		Alta		Média		Baixa		Muito Baixa		Total	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
B	0,00	0,00	169,93	0,30	13780,58	24,42	24978,56	44,27	17483,93	31,10	56.413,0	100,00
C	0,00	0,00	3.574,85	6,34	26.991,97	47,84	18.449,24	32,72	7.396,94	13,10	56.413,0	100,00

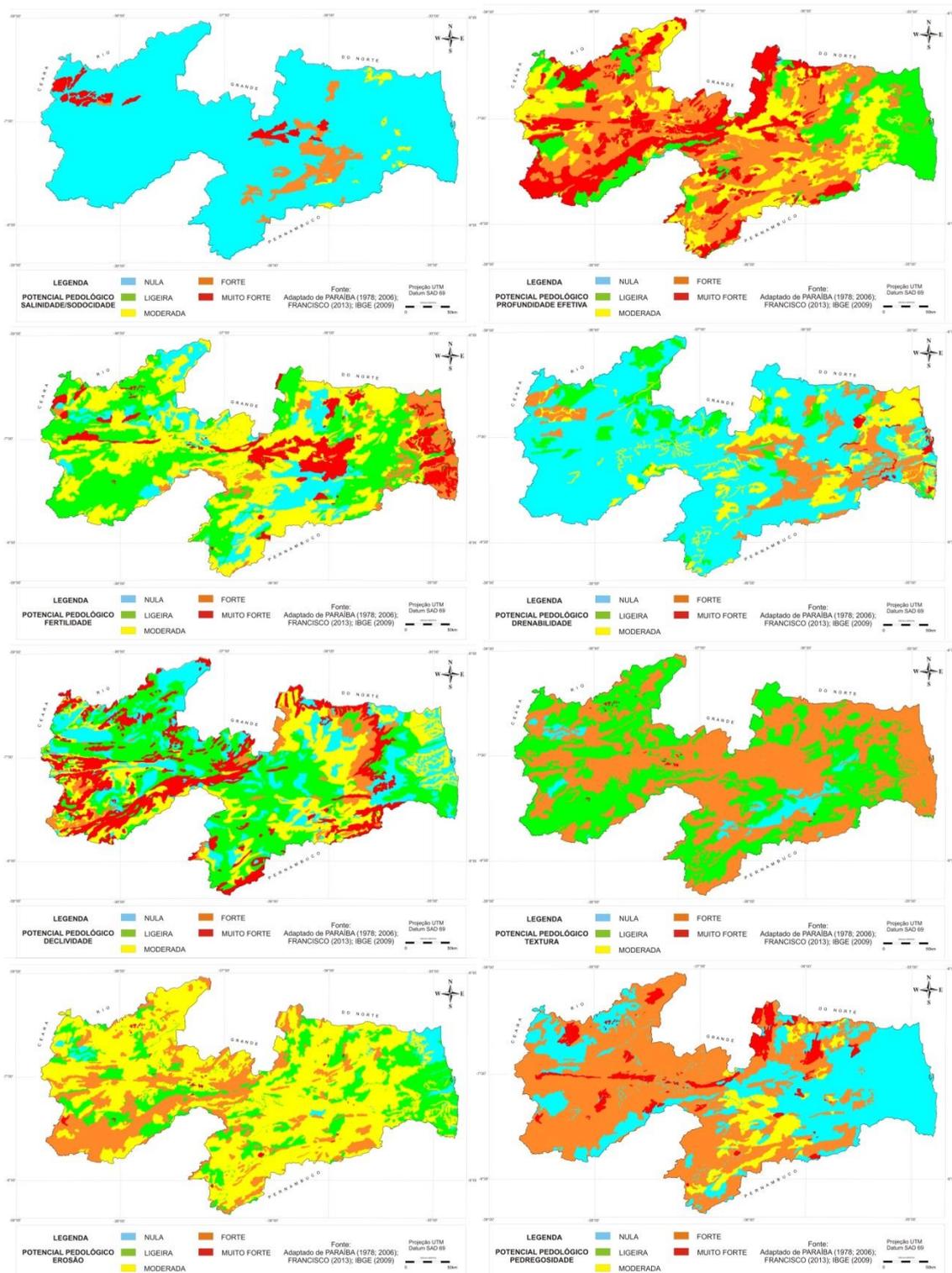


Figura 3. Mapas dos fatores restritivos. Fonte: Adaptado de PARAÍBA (1978; 2006); Francisco et al. (2013); IBGE (2009).

No mapa de potencial pedológico de nível de manejo B (Figura 4), observam-se as classes com potencial pedológico para o cultivo do feijão.

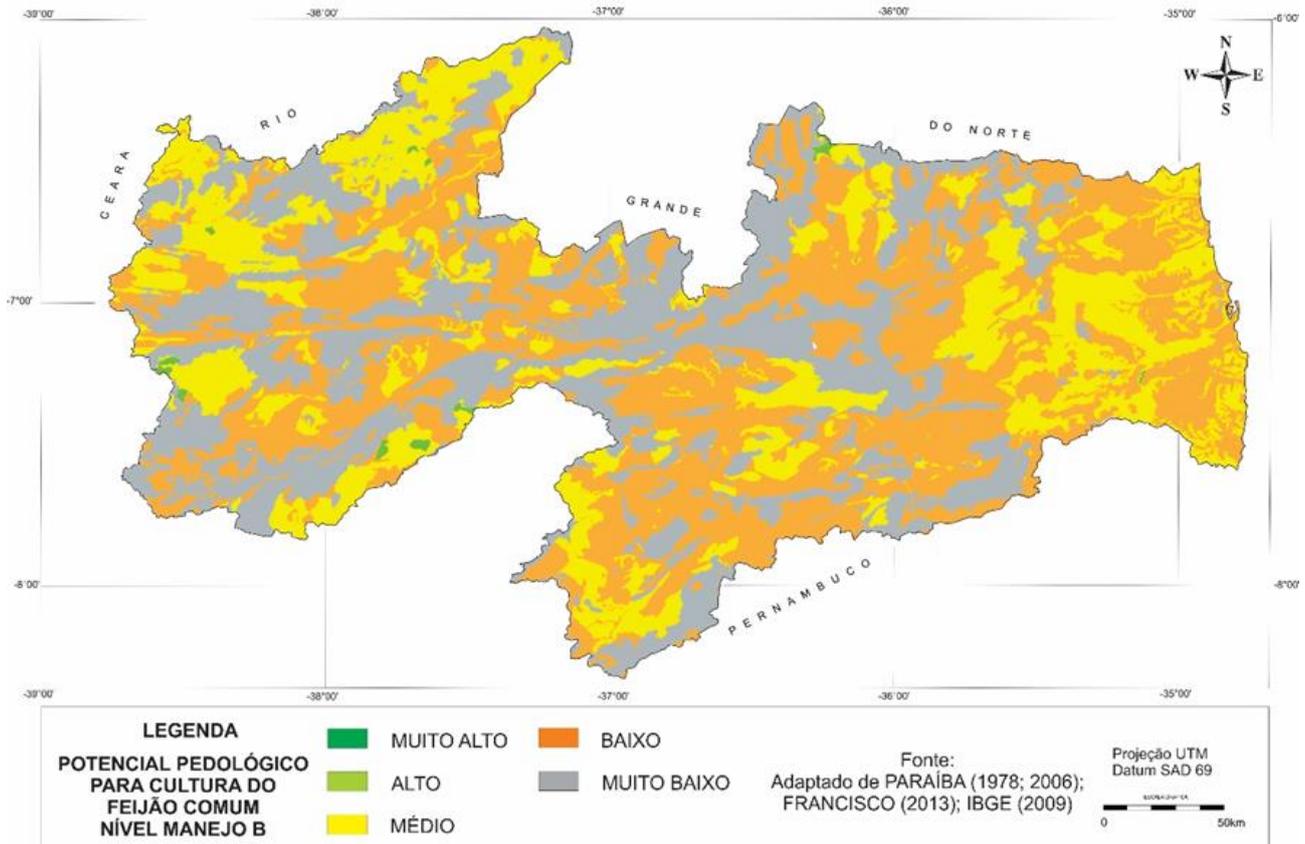


Figura 4. Potencial pedológico para o cultivo do feijão no nível de manejo B.
 Fonte: Adaptado de PARAÍBA (1978; 2006); Francisco et al. (2013); IBGE (2009).

De acordo com os resultados, observa-se que a classe Muito Alta não apresenta área mapeada.

Para a classe Alta, verifica-se, no total, uma extensão territorial de 169,93 km², representando aproximadamente 0,30% da área total do Estado (Tabela 4). Essas são as áreas que possuem potencial pedológico preferencial para o cultivo do feijão comum, no manejo com baixa tecnologia, onde predominam Argissolos e Latossolos. Os Argissolos com pequenas áreas que ocorrem na região do Litoral Sul e no Sertão na região de Teixeira; os Latossolos ocorrem na região de Nova Floresta; com fertilidade variando de baixa a média, apresentando relevo plano à suave ondulado e com boas propriedades. Quanto ao uso potencial, de acordo com BRASIL (1972), estes podem ser usados com culturas temporárias como o feijão. Apesar de possuírem boa fertilidade natural, têm seu uso agrícola limitado a determinadas culturas de ciclo curto, em face das fortes limitações pela escassez de água durante um longo período do ano.

Em relação ao potencial pedológico da classe Média, observa-se que ocupa 13.780,58 km², correspondendo a 24,42% da área total. Essas áreas ocorrem por todo o estado onde predominam os Luvisolos na região do Sertão e Cariri/Curimataú, os Argissolos ocorrem nas regiões do Brejo e Litoral. De acordo com BRASIL (1972), tendo em vista as condições favoráveis ao seu aproveitamento agrícola, e podendo os fatores limitantes, como a baixa fertilidade e a escassez de água ser corrigidas através de adubações e irrigação complementar, estes solos podem ser explorados economicamente. Jacomine et al. (1975), realizando a aptidão dos solos da região nordeste, relata que dentre os solos utilizados na cultura do feijoeiro podem ser citados como mais importantes os Luvisolos e os Argissolos.

Os potenciais classificados como Baixa e Muito Baixa ocupam, respectivamente, 24.978,56 km² e 17.483,93 km², totalizando 42.462,49 km², representando 75,37% da área do Estado. Estas áreas ocorrem em todas as regiões do estado com predomínio no Sertão Paraibano e parte norte da região do Cariri/Curimataú e no Litoral. Os solos desses ambientes apresentam como principais fatores restritivos, para o cultivo do feijão comum, devido a pouca profundidade efetiva com predominância de Neossolos Litólicos e Luvisolos, com relevo ondulado à forte ondulado e montanhoso com altos riscos de erosão textura, arenosa, drenagem excessiva, pedregosidade, rochiosidade, e, na região do Litoral em áreas de baixada, problemas de drenagem deficiente.

De acordo com Jacomine et al. (1975), a aptidão dos solos para a cultura do feijoeiro apresenta grandes áreas inaptas ou de aptidão restrita, tendo como principais limitações a baixa fertilidade, a presença de solos rasos, erodidos e pedregosos ou com relevo movimentado. As limitações quanto à fertilidade natural se observam nas áreas sedimentares, onde predominam Latossolos, Neossolos Quartzarênicos, Argissolos, ocorrendo principalmente no Litoral da Paraíba.

No mapa de potencial pedológico de nível de manejo C (Figura 5), observam-se as classes com potencial pedológico para o cultivo do feijão.

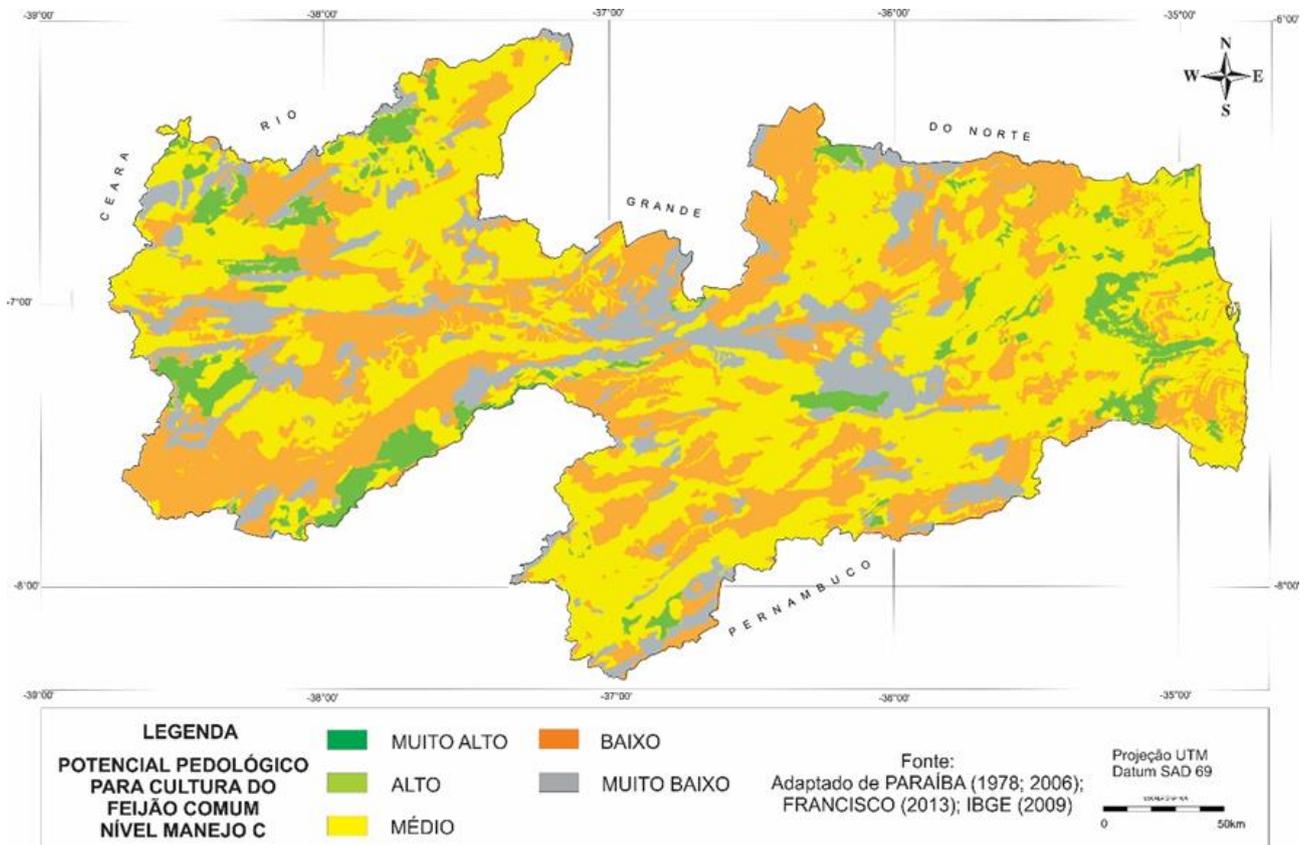


Figura 5. Potencial pedológico para o cultivo do feijão no nível de manejo C.

Fonte: Adaptado de PARAÍBA (1978; 2006); Francisco et al. (2013).

De acordo com os resultados, observa-se a classe Muito Alta não apresenta área mapeada. Para a classe Alta, verifica-se, no total, uma extensão territorial de 3.574,85 km², representando 6,34% da área do Estado. Nessas áreas predominam os Argissolos, Latossolos e Cambissolos, pela possibilidade de no nível de manejo C, ser possível a mecanização, a correção dos solos e o uso de fertilizantes. Conforme Jacomine et al. (1975), as classes de solo com melhor aptidão para a cultura do feijoeiro são: Cambisol Eutrófico, Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico, Latosol Vermelho Amarelo Eutrófico textura média, desde que apresentem relevo plano ou suavemente ondulado.

Com relação ao potencial pedológico da classe Média observa-se que ocupa 26.991,97 km² (47,84% da área total). Essas áreas localizam-se distribuídas em todo o estado representada pelos Luvisolos, Neossolos Litólicos e em menor proporção em áreas que ocorrem os Neossolos Regolíticos, Neossolos Flúvicos e os Vertissolos. Observa-se que os solos desses ambientes apresentam como principais fatores restritivos, para o cultivo do feijão comum, no manejo C, a pouca profundidade efetiva principalmente ocasionada pelos Neossolos Litólicos, o relevo ondulado à forte ondulado e montanhoso, a pedregosidade/rochosidade, proporcionando a dificuldade de mecanização e, em áreas de baixada, problemas de drenagem deficiente. De acordo com Jacomine et al. (1975), nessas áreas as limitações são pela presença de solos rasos, pedregosos, rochosos ou com outras condições físicas desfavoráveis, ocorrem nas partes mais erodidas da zona semiárida.

Os potenciais classificados como Baixa e Muito Baixa ocupam, respectivamente, 18.449,24 km² e 7.396,94 km², totalizando 25.846,18 km², representando 45,82% da área do Estado com a predominância dos Neossolos Litólicos e dos Planossolos. Observa-se que os solos desses ambientes

apresentam como principais fatores restritivos a pouca profundidade efetiva principalmente ocasionada pelos Neossolos Litólicos, o relevo ondulado à forte ondulado e montanhoso, a pedregosidade/rochosidade, proporcionando a dificuldade de mecanização e, em áreas de baixada, problemas de drenagem deficiente e risco de salinização principalmente em áreas de Planossolos.

Conforme Jacomine et al. (1975), a grande maioria das áreas susceptíveis de aproveitamento no Nordeste apresenta aptidão regular, principalmente por deficiência de fertilidade natural dos solos que são: Regossols Eutrófico e Distrófico, Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico textura média ou argilosa e Argissolo Vermelho Amarelo. Os solos sem problemas de fertilidade enquadrados nesta classe, são representados por áreas menos erodidas de Planossolo Solódico, Luvisolo, Argissolo Vermelho Amarelo, Cambissolo e Neossolos Litólicos, que apresentam restrições quanto ao uso de implementos agrícolas e susceptibilidade à erosão, necessitando de manejo adequado para sua utilização.

Observa-se que os mapas deste trabalho, na escala de 1:200.000, fornece ao usuário uma visão geral dos ambientes, onde as terras têm maior ou menor adequabilidade ao plantio e desenvolvimento do feijão comum. No entanto, essa é uma avaliação realizada independente das condições climáticas e, portanto, não oferece, isoladamente, todos os elementos necessários para exploração sustentada da cultura. Resultados similares encontrados também por EMBRAPA (2012) elaborando o potencial pedológico para o Estado de Alagoas.

Conclusão

Os solos do Estado da Paraíba apresentam maior potencial pedológico para a cultura do feijão comum em as áreas de Argissolos, Latossolos e Cambissolos; seguida nos Luvisolos; e em menor potencial em Neossolos Litólicos e Luvisolos.

A adoção do manejo C aumenta substancialmente a área com potencial pedológico para a cultura do feijão comum no Estado da Paraíba.

Devido a escala de trabalho não foi possível mapear áreas menores havendo a possibilidade do cultivo do feijão em pequenas áreas que não foram identificadas neste trabalho.

Com o uso do SIG e de técnicas de geoprocessamento facilitou a espacialização das áreas de potencial a cultura do feijão comum e proporcionou resultados satisfatórios.

Agradecimentos

Ao CNPq/Fapesq pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

Referências

- AMORIM NETO, M. DA S.; BELTRÃO, N. E. DE M.; MEDEIROS, J. DA C. Indicadores edafoclimáticos para o zoneamento do algodoeiro arbóreo. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 10, Piracicaba. Anais...Piracicaba, 1997. p.369-371.
- BARROS, A. H. C.; VAREJÃO-SILVA, M. A.; TABOSA, J. N. Aptidão climática do Estado de Alagoas para culturas agrícolas. Relatório Técnico. Convênios SEAGRI-AL/Embrapa Solos n.10200.04/0126-6 e 10200.09/0134-5. Recife: Embrapa Solos, 2012. 86p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento Exploratório e de Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro. Convênio MA/CONTA/USAID/BRASIL, 1972 (Boletins DPFS-EPE-MA, 15 - Pedologia, 8).
- CALIJURI, M. L.; RÖHM, S. A. Sistemas de informações geográficas. Viçosa: CCET/DEC, Universidade Federal de Viçosa. Imprensa Universitária, 1994. 34p.
- CHAGAS, C. DA S. Zoneamento Agropedoclimático do Brasil. 1999. Disponível em: www.cnps.embrapa.br/search/pesqs/proj02/proj02.html#11. Acesso em: 2 de dezembro de 2010.
- DUARTE, S. M. A.; BARBOSA, M. P. Estudo dos recursos naturais e as potencialidades no semiárido, estado da Paraíba. Engenharia Ambiental, v.6, n.3, p.168-189. 2009.
- EMBRAPA. Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas. Potencial Pedológico do Estado de Alagoas para Culturas Agrícolas. Relatório Técnico. Convênios SEAGRI-AL / Embrapa Solos Nos 10200.04/0126-6 e 10200.09/0134-5. Recife: Embrapa Solos, 2012. 123p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77202/1/Relatorio-Pot-Pedologico.pdf>. Acesso em: 15 de novembro de 2014.
- FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. 122f. Dissertação (Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.

- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; LIMA, E. R. V. DE. Mapeamento das Terras para Mecanização Agrícola - Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.5, n.2, 233-249. 2012.
- FRANCISCO, P. R. M.; PEREIRA, F. C.; MEDEIROS, R. M. DE; SÁ, T. F. F. DE; SILVA, J. V. DO N. Zoneamento de risco climático e aptidão de cultivo para o município de Picuí-PB utilizando sistema de informação geográfica. In: *Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação*, 4, Recife, 2012. Anais...Recife, p.001-006.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; LIMA, E. R. V. DE. Classificação de terras para mecanização agrícola e sua aplicação para o Estado da Paraíba. *Revista Educação Agrícola Superior*, v.28, n.1, p.30-35, 2013.
- FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 519p.
- GUIMARÃES, R. V. Aplicação de geoprocessamento para o aumento da eficiência de percurso em operações agrícolas na cultura da cana-de-açúcar (*saccharum spp*). Dissertação de Mestrado. USP/ESALQ. Piracicaba. 2004. 98p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de março de 2011.
- JACOMINE, P. K. T.; RIBEIRO, M. R.; BURGOS, N. Aptidão Agrícola dos Solos da Região Nordeste. EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Região Nordeste. Recife, 1975. (BRASIL. EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Boletim Técnico, 42).
- LOPES, E. S. S. Tutorial 10 aulas – SPRING – 3.6 (versão Windows/UNIX). INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2002.
- MARQUES, F. A.; ARAÚJO FILHO, J. C. DE; BARROS, A. H. C.; LOPES, E. H. B.; BARBOSA, G. M. N. Aptidão pedoclimática das culturas dos feijões caupi e comum para o estado de Alagoas. In: *Congresso Brasileiro de Ciência do solo*, 33. Uberlândia, 2010. Anais...Uberlândia: RBCS, 2010. p.1-4.
- MOREIRA, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. 2. ed. Viçosa – MG: UFV, 2003. 307p.
- MONTANARI, R.; CARVALHO, M. DE P. E; ANDREOTTI, M.; DALCHIAVON, F. C.; LOVERA, L. H.; HONORATO, M. A. DE O. Aspectos da produtividade do feijão correlacionados com atributos físicos do solo sob elevado nível tecnológico de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p.1811-1822, 2010.
- PARAÍBA. Governo do Estado - Secretaria de Agricultura e Abastecimento – CEPA – PB. Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba. Relatório ZAP-B-D-2146/1. UFPB-Eletro Consult Ltda. Dez, 1978. 448p.
- PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo & Atlas. Brasília, DF, 2006. 112p.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1995, 65p.
- SILVA, A. B. DA; AMARAL, A. J. DO; SANTOS, J. C. P. DOS; GOMES, E. C.; MARQUES, F. A.; OLIVEIRA NETO, M. B. DE. Potencial pedológico do Estado de Alagoas para o cultivo de cana-de-açúcar em manejo com alta tecnologia. In: *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 34, Florianópolis. Anais...Florianópolis, 2013.
- SOUSA, R. F. DE; MOTTA, J. D.; GONZAGA, E. DA N.; FERNANDES, M. DE F.; SANTOS, M. J. DOS. Aptidão agrícola do assentamento Venâncio Tomé de Araújo para a cultura da Mamona (*Ricinus communis - L.*). *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.4, n.1, 2004.
- VAREJÃO-SILVA, M. A.; BRAGA, C. C.; AGUIAR M. J. N.; NIETZCHE, M. H.; SILVA, B. B. Atlas Climatológico do Estado da Paraíba. UFPB, Campina Grande, 1984.

SOLOS E AGRICULTORES: SABERES LOCAIS**Adriana de Fátima Meira Vital¹****Manoel Markson Simões Paulino de Sousa²****José Weliton Pereira³****Josileide Caetano do Nascimento⁴****Rivaldo Vital dos Santos⁵**¹Universidade Federal de Campina Grande, vital.adriana@gmail.com²Universidade Federal de Campina Grande, marksonagroecologia@gmail.com³Universidade Federal de Campina Grande, welitonsempre@hotmail.com⁴Universidade Federal de Campina Grande, jozyleide@outlook.com⁵Universidade Federal de Campina Grande, vitalrivaldo@gmail.com**Introdução**

O solo é um organismo vivo, complexo e finito que suporta toda a cobertura vegetal, exercendo diversas funções e sem o qual os seres vivos não poderiam existir, mas pouco conhecido e valorizado. Além da extensa superfície que ocupa no Globo, é uma das maiores fontes de energia para o grande drama da vida que, geração após geração, buscam estabelecimento e renovação de suas vidas.

Dentre os serviços ecossistêmicos do solo, podem ser destacados: suporte e reservatório de nutrientes, abrigo de inúmeras formas de vida animal, serve como filtro ou escoadouro da água, filtro dos poluentes, matéria prima para obras civis, construções e edificações humanas, e principalmente, substrato para a produção de alimentos e fibras, provendo a segurança alimentar e nutricional. Sem desconsiderar os registros que este recurso guarda e que dizem respeito à trajetória da humanidade, ao longo dos milênios.

Por ser um sistema complexo e dinâmico o solo está sempre em transformação face às inúmeras interações e processos ecológicos que ocorrem em seu interior, estando, por isso mesmo, sujeito a alterações, sobretudo em função dos usos e manejos adotados nos agroecossistemas tanto quanto nos ecossistemas urbanos (ROSA et al., 2013).

Os usos diferentes que são dados ao solo, bem como os manejos adotados implicam, muitas vezes, em perdas consideráveis desse recurso. A agropecuária, a construção civil e a mineração estão entre as principais atividades que impactam os recursos do solo.

Considerando a atividade agropecuária necessário se faz ponderar sobre a forma de manejo adotado, pois nenhum aspecto do agroecossistema é mais importante para sua sustentabilidade do que os que envolvem o solo e os agricultores, sobretudo os familiares, tradicionalmente têm aplicado seus próprios conhecimentos na condução da atividade agrícola.

O saber local que os agricultores possuem em relação ao uso e manejo dos solos é uma ferramenta muito importante para o aprimoramento das avaliações da qualidade do solo e para a manutenção dessa qualidade. O saber dos agricultores sobre o solo, como componente da Natureza, está incluído nos valores da cultura e da tradição locais, e é estudado pela Etnopedologia (PEREIRA et al., 2006).

A importância do estudo local sobre as comunidades rurais é fundamental para compreendermos o acesso aos conhecimentos e percepções dos saberes que foram adquiridos ao longo do tempo com as práticas diárias do homem do campo, no trato com a terra, no manejo do solo, na adoção de tecnologias sustentáveis para produção agrícola.

Como anotam Pawluk et al. (1992), os sistemas locais de conhecimento devem ser considerados, pois se relacionam com ambientes específicos e são baseados na experiência e compreensão das condições locais de produção, sendo importantes também como fonte de informação ecológica e de gerenciamento dos recursos naturais, além de fornecem dados relevantes das condições socioculturais das pessoas.

Segundo Moreira et al. (2002), as populações tradicionais acumularam nas últimas décadas um profundo conhecimento sobre o ambiente que as cerca, tendo como base a observação direta dos fenômenos e elementos da natureza, e na experimentação empírica do uso dos recursos naturais disponíveis. Esta interação é baseada em uma série de conhecimentos obtidos mediante a interrelação

dos membros da comunidade com a natureza e da difusão das informações transmitidas oralmente entre as gerações, sendo campo de estudo da Etnopedologia.

As pesquisas etnopedológicas podem contribuir para o avanço da ciência do solo, sendo também uma oportunidade para uma melhor compreensão das formas campesinas de conhecimento e manejo de solos.

Considerando a relevância do entendimento do saber popular sobre o solo e a importância dessa temática para o estabelecimento de propostas, projetos e pesquisas sobre conservação dos recursos edáficos, esta pesquisa objetivou verificar a percepção dos agricultores familiares de sete comunidades rurais de Sumé-PB, Cariri Ocidental, sobre o solo: qualidade, fertilidade, usos e práticas conservacionistas, no contexto da Etnopedologia.

O solo no ambiente

O solo está em toda parte. Não o vemos, embora andemos sobre ele. E embora nos sustente a existência, pouca atenção lhe temos dispensado, comprometendo assim suas funções. Por ser um recurso natural vivo o solo está sujeito à degradação, por isso é igualmente finito, sobretudo quando se considera o tempo de vida de uma geração humana.

O solo resulta do processo denominado intemperismo, caracterizado pela interação entre a litosfera, a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera, ou, como propõe Nishijima (2006), é produto de complexas interações entre rochas, clima, relevo, plantas, animais e cronologia.

Componente integrador dos ecossistemas terrestres, o solo é um meio poroso, formando um sistema trifásico, com uma fase gasosa, líquida e sólida que demora para se formar (LIMA et al., 2009; LEPSCH, 2002).

Em média um centímetro de solo leva aproximadamente de 300-400 anos para ser formado em condições climáticas adequadas (RESENDE et al., 1995). Portanto, a manutenção cuidadosa e o adequado tratamento dado a este recurso é primordial para sua conservação e a garantia para que as necessidades das futuras gerações sejam asseguradas.

O solo é a base que nos sustenta literalmente, pois é onde todas as nossas atividades ocorrem, todavia, sem se dar conta, o ser humano vem destruindo esse legado. O impacto do ser humano sobre o solo fez-se mais expressivo a partir da revolução industrial, meados do século XVIII, quando as ações antrópicas tiveram proporções globais, como aponta Machado (2005).

Desde então, as crescentes necessidades humanas e o avanço das áreas agrícolas e urbanas, sem a observância da aptidão intrínseca dos solos, tem resultado em sérios problemas ao ambiente, com o avanço da degradação, poluição e contaminação dos solos (ROSA et al., 2013).

É importante considerar que o impacto humano sobre o solo é determinado por objetivos diversos, além disso, as diferenças entre as sociedades (sociais, econômicas, culturais, tecnológicas, etc.) produzem diferentes efeitos sobre o ambiente

As atividades agrícolas interferem na dinâmica dos solos e os mesmos alteram-se em função do uso e manejo adotados, comprometendo a funcionalidade dos ecossistemas (JUMA, 1999; SANTOS & REICHERT, 2006). Esta constatação implica na necessidade de estabelecimento de ações que priorizem a socialização de informações para adoção de práticas conservacionistas de modo a promover o uso sustentado e sustentável do solo.

Apesar do grande volume de informações que são geradas, principalmente por instituições governamentais de ensino e pesquisa sobre os solos, sua dinâmica, distribuição na paisagem, necessidades e potencialidades, muitas vezes a aplicação visando ao planejamento do uso e manejo é comprometida ou militada em função de diversos fatores, seja por questões de linguagem e abordagem apropriada ou pela ausência de políticas públicas e assistência técnica (CORREIA et al., 2004; CORREIA, 2005).

O solo é nosso maior legado. E solos férteis estão cada vez mais escassos, por isso é urgente conhecer o solo e os saberes que as pessoas que lidam diretamente com este recurso têm, para ampliar possibilidades de recuperação, conservação e proteção desse patrimônio de todos nós.

Segundo Albuquerque e Andrade (2002), muitas comunidades utilizam os próprios sistemas de manejo do solo, da água e da vegetação, devido aos conhecimentos e experiências acumuladas em trabalhar com os recursos naturais de forma correta e sustentável, e com impactos mínimos aos meios ambientes.

A compreensão do conhecimento empírico sobre o solo é essencial para entender as realidades dos agricultores, além de ser importante ferramenta para o sucesso ou fracasso de pesquisas

para o desenvolvimento agrícola, aumentando a probabilidade de que os projetos resultantes atendam às necessidades da comunidade, respeitando a cultura e a tradição locais (GANDAH et al., 2000; WINKLERPRINS & SANDOR, 2003).

Além disso, importa conhecer a natureza e a extensão do conhecimento dos agricultores sobre o solo, de modo a reconhecer se estes atores sociais precisam de novos conhecimentos e habilidades para assumir as demandas da agricultura sustentável e, a partir daí, direcionar as pesquisas e os projetos ao atendimento de suas demandas.

A etnopedologia: os solos sob o “olhar” de quem lida com a terra

O conhecimento empírico sobre o solo, ou conhecimento dos agricultores sobre o uso e manejo do solo, é complexo e envolve habilidades, prática e herança da vida cotidiana. São saberes construídos ao longo da vida, repassados na rotina dos afazeres dos roçados. Embora por algum tempo tenha sido desvalorizado, especialmente por cientistas e pesquisadores da área, hoje em dia, é cada vez maior a aceitação das diferentes maneiras de se conhecer o solo, o que permitiu o florescimento do campo da Etnopedologia (WINKLERPRINS & SANDOR, 2003).

Etnopedologia é o conjunto de estudos interdisciplinares da ciência do solo que trata do entendimento das interfaces existentes entre os solos, a espécie humana e os outros componentes do ecossistema, compondo o foco da abordagem Etnoecológica, com o objetivo de estudar as inúmeras interconexões entre solos, a espécie humana e os outros componentes dos ecossistemas (ALVES & MARQUES, 2005).

Nesses estudos, é possível perceber, por exemplo, que os agricultores observam mais as propriedades superficiais do solo e, quando solicitados, descrevem com mais detalhes a camada arável, pois estas são mais influenciadas pelo preparo do solo e pelo crescimento das plantas.

De acordo com Barrera-Bassolos e Zinck (2003) a Etnopedologia é considerada como uma disciplina híbrida costurada pelas ciências naturais, bem como pelas sociais, e descreve o conhecimento dos solos e de sistemas de cultivo das terras pelas populações rurais desde as tradicionais até as mais modernas. Trata-se de uma tentativa de interligar conhecimentos da ciência do solo com aqueles existentes entre os agricultores.

As pesquisas em Etnopedologia cobrem uma diversidade grande de temas, mas que podem ser agrupados em quatro grandes grupos: (1) a formalização do conhecimento local dos solos e terras em esquemas de classificação, (2) comparação entre conhecimento local e o científico, (3) a análise do sistema local de avaliação das terras, e (4) busca e consideração de práticas agroecológicas de manejo do solo.

A Etnopedologia estuda várias interfaces entre vários grupos sociais, os solos e também outros componentes dos ecossistemas; como os conhecimentos locais sobre o solo; o uso e manejo do solo, a relação entre comunidade-solo, homem-natureza, etc.

Os vários temas de análise são bem amplos, mas, usualmente, têm-se centrado em conhecimentos de grande relevância para a produção agrícola, em detrimento de aspectos não agrícolas do uso do solo – artesanato, confecção de cerâmica, uso de madeiras e solo nas construções de moradias, espécies vegetais características de determinados pedoambientes para a alimentação e o tratamento de enfermidades, costumes alimentares, costumes de culturas, pinturas corporais em rituais, extração de sal, alimentação humana (geofagia), etc. (ALVES & MARQUES, 2005).

Para Correia et al. (2004), os resultados dos trabalhos da Etnopedologia contribuem também para uma aplicação mais crítica do conhecimento científico, que originam elementos que são capazes de promover o aprimoramento da pedologia (pela descoberta de novas técnicas e a obtenção de pontos de vista sobre os processos naturais), e também viabilizam o exercício da função social da Ciência.

Muggler et al. (2006) consideram que, estando o ser humano, inserido no ecossistema e suas atividades dependerem dos recursos naturais, o conhecimento das aptidões, necessidades, limitações e potencialidades do solo, de suas características intrínsecas, seus fatores de impacto e sua resiliência, por meio de um processo educacional, são fundamentais para o desenvolvimento de uma consciência ecológica-pedológica acerca da importância desse valioso recurso ambiental para a humanidade.

A valorização do conhecimento dos agricultores sobre o solo permite entender a realidade de cada comunidade, o que torna as pesquisas e programas passíveis de êxito. A Etnopedologia oferece uma maneira de envolver os agricultores em um diálogo sobre os solos de uma forma mais participativa buscando melhorar seu ambiente para que seja mais produtivo a longo prazo.

Percebe-se, portanto, que a Etnopedologia tem por objetivo dotar os agricultores do poder da participação, aos processos de mobilização comunitária, no estudo da realidade em que vivem e na definição de seus planos e propostas segundo seus anseios e suas necessidades.

Solos e Agricultura Familiar

Sendo o instrumento de trabalho dos agricultores, o solo carece de que este tenha conhecimento de suas potencialidades, limitações, necessidades e especificidades. Muitos agricultores, contudo, enfrentam problemas na conservação de suas terras, devido ao modelo de modernização da agricultura, centrado no uso intensivo do solo, não associado ao uso de práticas conservacionistas, que aumenta especialmente nas regiões semiáridas, em função da suscetibilidade dos solos à degradação, sobretudo pelas particularidades dos recursos edáficos dessas áreas (pouca profundidade, tendência à salinização e erosão, por exemplo), diminuindo a fertilidade, a capacidade produtiva, a qualidade e a conservação do solo.

As funções do solo ligam-se a sua habilidade de servir como um meio para o crescimento das plantas, regular o fluxo de água no ambiente, estocar e promover a ciclagem de elementos na biosfera e atuar como um tampão ambiental.

Compreender as funções do solo é o primeiro passo para respeitar sua capacidade produtiva. Na Agroecologia o entendimento do sistema natural de cada local, envolvendo o solo, o clima, os seres vivos, bem como as inter-relações entre esses três componentes, é o princípio básico para manutenção da capacidade produtiva dos ecossistemas.

Trabalhar na perspectiva da Agroecologia significa manejar os recursos naturais respeitando a teia da vida. Sempre que os manejos agrícolas são realizados conforme as características locais do ambiente, alterando o mínimo possível, o potencial natural dos solos é aproveitado. Por essa razão, a agroecologia depende muito da sabedoria de cada agricultor, desenvolvida a partir de suas experiências e observações locais.

Ressalta-se que a Agroecologia é uma ciência integradora que reconhece os vários saberes, conhecimentos e experiências dos povos e comunidades envolvidos principalmente em processos de desenvolvimento rural (CAPORAL et al., 2006).

O saber local que os agricultores possuem em relação ao uso e manejo dos solos, é uma ferramenta de grande importância para o aprimoramento das avaliações da qualidade do solo. O saber dos agricultores sobre o solo, como componente da natureza, está inserido dentro dos valores da cultura e da tradição local, e é estudado pela etnopedologia (PEREIRA et al., 2006).

É necessário reconhecer principalmente que os agricultores e suas famílias possuem um saber que é tão importante quanto os nossos saberes. Por isso, nossa ação deve ser capaz de integrar estes diferentes saberes, sempre buscando a construção social de vários conhecimentos que promovam a melhor gestão dos agroecossistemas numa perspectiva de desenvolvimento sustentável das comunidades. A participação popular emerge como um direito de cada um e exige uma nova prática extensionista, que se torna possível quando se adota uma postura democrática baseada em algumas metodologias e princípios pedagógicos libertadores (CAPORAL & COSTABEBER, 1994).

Valorizar os saberes locais é uma estratégia que pode viabilizar os estudos do solo, cada vez mais condizentes e com profundidade de condições específicas do solo. A realidade que suscita as necessidades de novas abordagens, e também as visões que integrem as diferentes formas de conhecimento, por meio de vários paradigmas gestados a partir de campos de cruzamento de diversos saberes locais (MARQUES, 2001).

O conhecimento e a tecnologia originados da interação direta do agricultor com o ambiente é, segundo Altieri (2004), o conhecimento local ou tradicional. É fruto da integração intuitiva das respostas dos agrossistemas ao clima e uso da terra ao longo do tempo (BARRIOS & TREJA, 2003).

A relação do agricultor familiar com a terra que nela planta não se pauta apenas na produção para a comercialização, mas ele se identifica com o lugar que vive e trabalha. Em alguns casos, foi no mesmo “pedaço” de terra que seus antepassados viveram e produziram seus alimentos durante a vida, o que torna o lugar muito importante, e existe um sentimento de posse e identificação e valores simbólicos. Nestes sistemas de organização familiar, a ecologia não pode representar somente a base de sua estrutura de produção, mas também, uma grande dimensão abrangente, que está relacionada à totalidade da vida do agricultor e fundamento de reprodução social da família (CANUTO et al., 1994).

É bem estratégico o papel que a agricultura familiar desempenha para a segurança alimentar. Tanto na produção de alimentos quanto no efeito distribuidor de renda nesse setor da agricultura, e

criando novas condições para o acesso ao alimento. Ao se elaborar e executar as políticas públicas, inclusive a política comercial, também deve-se levar em conta essa função, este reconhecimento da multifuncionalidade que a agricultura familiar possui, pode significar que seu tratamento não pode ser unicamente comercial ou de mercado (SOARES, 2000).

A agricultura familiar pode ser entendida com base no tamanho da propriedade, pois utiliza basicamente mão de obra familiar, apresenta diversidade de produção e prioriza o auto abastecimento, com a comercialização do excedente (CALLADO et al., 2007). De acordo com a EMBRAPA (2012), o módulo fiscal (MF) representa uma unidade de medida instituída pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) para indicação da extensão mínima das propriedades rurais consideradas áreas produtivas economicamente viáveis, o que depende do município em que cada uma está localizada.

Para manter o solo em condições de suprir suas funções ecossistêmicas é preciso a adoção de práticas conservacionistas, que são, segundo Bertoni e Lombardi Neto (2014), procedimentos realizados com o objetivo de manter os solos produtivos, recuperando suas condições de produtividade. As práticas conservacionistas podem ser entendidas como tecnologias que controlam o escoamento superficial do solo, favorecem a cobertura vegetal e facilitam a infiltração de água no solo. Algumas práticas visam o controle da erosão; outras recuperam os solos, proporcionando-lhes melhores condições químicas, físicas e biológicas.

O manejo ecológico, assim como a ciência de conservação, defende um conjunto de medidas para a manutenção (nas terras em boas condições) ou a recuperação (nas terras danificadas) das condições físicas, químicas e biológicas do solo.

A escolha das práticas é feita em função dos aspectos ambientais e socioeconômicos de certa propriedade e região. Cada prática, aplicada isoladamente, previne apenas de maneira parcial os problemas, por isso o ideal é o uso simultâneo dessas práticas. Para isso, é preciso estabelecer critérios de uso e manejo das terras de modo que não se comprometa a capacidade produtiva dessas terras. As principais práticas conservacionistas podem ser classificadas como segue (Quadro 1).

Quadro 1. Principais práticas de conservação do solo

Práticas Edáficas	Práticas Vegetativas	Práticas Mecânicas
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Controle de queimadas ✓ Calagem ✓ Adubação: química, orgânica, verde ✓ Aumento da produção vegetal ✓ Adequação da cultura ao tipo de solo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alternância de capinas ✓ Cobertura morta ✓ Rotação de culturas ✓ Formação e manejo de pastagem ✓ Quebra-ventos ✓ Florestamento e reflorestamento ✓ Cordão de vegetação permanente ✓ Recomposição de matas ciliares ✓ Cultura em faixas ✓ Consórcio de culturas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Preparo do solo ✓ Cultivo mínimo ✓ Plantio direto ✓ Plantio em nível ✓ Terraceamento ✓ Irrigação e drenagem

Fonte: Brito (2010).

As práticas de caráter mecânico são assim chamadas às práticas que têm por finalidade evitar, diminuir ou controlar os efeitos e as causas provocadas pela erosão hídrica e, como objetivo principal, reduzir o escoamento superficial da água advinda das chuvas. As práticas vegetativas utilizam a vegetação para proteger o solo dos efeitos da erosão. As práticas de caráter edáfico visam à melhoria da fertilidade do solo.

A manutenção das características produtivas dos solos é uma atividade indispensável à subsistência humana, pela importância do fornecimento direto ou indireto dos alimentos; porque a ação erosiva da água da chuva, carreando a terra para locais indesejáveis, acarreta uma série de prejuízos ao meio ambiente, com consequências socioeconômicas (SAMPAIO & SAMPAIO, 2002).

Nesse sentido as práticas conservacionistas surgem como ações indispensáveis à manutenção da qualidade dos solos, visando diminuir a ação da água da chuva e do vento sobre os terrenos, a fim de evitar danos ambientais, para que os solos atendam às necessidades alimentares da população atual e mantenham suas qualidades potenciais para satisfazer às solicitações das gerações futuras.

Estudo de Percepção Ambiental

A todo o tempo estamos vendo o mundo ao nosso redor e percebendo situações e nuances. Segundo o dicionário Houaiss (2002), o vocábulo percepção tem origem etimológica no latim *perceptio,ónis*, e significa compreensão, faculdade de perceber; ver. Para Penna (1997), perceber é conhecer objetos e situações através dos sentidos, sendo que o ato implica a proximidade do objeto no tempo e no espaço.

Na perspectiva do olhar sobre a natureza, a percepção ambiental diferencia-se e reúne os segmentos que se fazem necessários para um bom entendimento das ciências, intervindo junto a vários conceitos socioambientais que são essenciais para a sociedade contemporânea, contribuindo para a construção de uma reflexão que proporcione ações interdisciplinares (MIRANDA, 2007).

A percepção ambiental é um tema recorrente que traz importantes contribuições para a compreensão das inter-relações entre o homem do campo e o ambiente, suas expectativas, suas satisfações e insatisfações, julgamentos e condutas.

Os primeiros estudos referentes a percepção ambiental surgiram nos fins da década de 1950 e início da década de 1960, advindos da intensa preocupação em conhecer e tentar explicar como e quais eram as atitudes e valores atribuídos por determinada população ao que se referia sobre conhecimentos de questões ambientais (MENDES, 2006).

Cabe ressaltar, no que se refere a agricultura familiar, que mesmo com o destaque econômico e social que o segmento apresenta, a mesma não recebe a devida importância, faltando não apenas condições de acesso ao crédito, mas sobretudo apoio da gestão pública e assistência técnica e orientações de tecnologias para a produção e para o manejo sustentável dos agroecossistemas.

Ao mesmo tempo, se fazem necessárias a identificação das necessidades e as dificuldades dos agricultores familiares, conhecendo sua realidade e visões sobre os recursos naturais, possibilitando o entendimento das práticas de conservação e a adoção de sistemas alternativos a que contribuem para o fortalecimento da agricultura familiar. Para que o conhecimento da realidade dos agricultores familiares seja fortalecido, são necessários os estudos de percepção, como veículo de informações.

Quando o objetivo é analisar o entendimento de agricultores familiares com relação à determinadas tecnologias sociais, segundo Lopes et al. (2011), buscar o conhecimento da percepção dos agricultores é um passo importante, uma vez que será possível conhecer as relações que permeiam estas percepções e seus reflexos na subjetividade dos produtores.

A percepção humana de sua relação com o meio ambiente, é de que os recursos naturais são dádivas e estão ali para serem usufruídos (MUGGLER et al., 2006). Esta concepção de usufruto dos recursos ambientais é justamente a causa do desequilíbrio e da degradação do meio ambiente e mais especificamente falando dos solos. Segundo os autores, em geral o solo não é reconhecido pelo papel que desempenha na vida humana e na conservação da biodiversidade, o qual faz parte de um contexto global (APARIN & SUHACHEVA, 2002).

Buscando a melhoria desse recurso natural, adentra a Educação Ambiental, que segundo Grun (2006), não é algo assim tão novo. Ela consolidou-se como uma preocupação no âmbito da educação há aproximadamente duas décadas. A emergência da crise ambiental como uma preocupação específica da educação foi precedida de uma certa ecologização das sociedades. Essa ecologização começou no momento em que o ambiente deixou de ser assunto exclusivo de amantes da natureza e se tornou um assunto da sociedade civil ampla. Nesse sentido, tem-se como um problema de pesquisa, a não percepção dos agricultores sobre os solos, seus diversos usos e características inter-relacionadas com o meio ambiente e conseqüentemente a Educação Ambiental. Diante do cenário de exploração insustentável que se apresenta, percebe-se uma nova tomada de consciência, que tem levado as pessoas a estabelecer estilos de vida menos agressivos ao Meio Ambiente e que sejam capazes de proteger os recursos naturais e conservar a Natureza.

Quando o objetivo é analisar o entendimento de agricultores familiares com relação à determinadas tecnologias sociais, segundo Lopes et al. (2011), buscar o conhecimento da percepção dos agricultores é passo importante, uma vez que será possível conhecer as relações que permeiam estas percepções e seus reflexos na subjetividade dos produtores.

Atualmente, a percepção ambiental é considerada como elemento chave nas questões ecológicas por contribuir nos estudos da relação entre o ser humano e o ambiente no qual se encontra inserido. De acordo com conceitos da psicologia, a percepção ambiental vem sendo delineada em estudos científicos desde a década de 70 nas considerações sobre a crise ambiental e sobre as relações com o espaço, nossa valorização e atitude com o meio ambiente que dependem da percepção (BACH JÚNIOR & MARIN, 2007).

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada nas comunidades rurais Tigre, Santa Rosa, Riacho da Roça, Angico Torto, Maracajá, Terra Vermelha e Pitombeira, município de Sumé-PB, Cariri Ocidental Paraibano, microrregião do Estado da Paraíba, inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Norte, sob as coordenadas geográficas 07° 40' 18" S e 36° 52' 48" O, a uma altitude de 532m.

Com uma área territorial de 864 Km², o município situa-se a cerca de 276 km da capital do estado (João Pessoa), ao longo da rodovia BR-412. A precipitação média anual é de 542mm e o município está incluído na área geográfica de abrangência do Semiárido brasileiro, sendo banhado por uma bacia hidrográfica que é sub-bacia do Rio Paraíba.

A população do município é de 17.085 habitantes, sendo o segundo maior município de território do Cariri Ocidental Paraibano, em termos populacionais. Destes habitantes, aproximadamente 66% residem na zona urbana e 34% na zona rural (IBGE, 2012).

Relativo aos dados da qualidade de vida, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é 0,627 e o índice de Gini é 0,5055 (ADH, 2013).

O tamanho da pequena propriedade ou posse rural familiar é variável conforme a região do país onde ela se localiza e no município de Sumé o MF é de 55 ha.

A pecuária é uma atividade que apresenta um significativo fator econômico para as famílias desta região, por ser uma atividade praticada com grande intensidade no Semiárido paraibano.

A economia local é baseada principalmente na agricultura, assim compreende-se a importância do conhecimento sobre as práticas conservacionistas do solo para que se tenha sempre solos produtivos e que não falte área para os cultivos de diversas culturas de subsistência, tanto em grande escala como na agricultura familiar.

A vegetação predominante na região é Caatinga, definida por Luetzelburg (1922) como uma vegetação arbórea e arbustiva, muito espinhenta e densa, xerófila, apresentando microfilia e rica em Cactáceas.

Os solos são geralmente jovens, com predominância dos Luvisolos, surgindo em alguns ambientes, manchas de Neossolos, que compreendem solos minerais, não hidromórficos, de cores brunas a claras, pouco evoluídos e pouco profundos (EMBRAPA, 2013).

Caracterização da pesquisa

O trabalho constou de uma pesquisa de campo, caracterizada como estudo de caso, com levantamento de dados a partir da aplicação de questionários com os agricultores. Para Lakatos e Marconi (1993) a pesquisa de campo é uma investigação empírica realizada no local onde ocorre ou ocorreu um fenômeno ou que dispõe de elementos para explicá-lo.

O instrumento de coleta de dados foi um questionário semiestruturado, aplicado aos atores sociais das comunidades, que constava de 16 (dezesesseis) questões, 15 (quinze) abertas e 1 (uma) fechada. Para aplicação dos questionários, trabalhou-se com 140 agricultores. A pesquisa teve uma abordagem qualitativa, que, segundo Minayo (2001) trabalha com o universo de significados, motivo, aspirações, crenças, valores e atitudes.

A análise dos dados foi realizada com base nos recursos estatísticos do software Excel, onde foram geradas tabelas, figuras, médias e porcentagens, permitindo obter representações simples e complexas dos resultados.

Resultados e Discussão

Nas comunidades onde a pesquisa se desenvolveu, os atores sociais foram agricultores e feirantes. Estabeleceu-se uma amostra de 20 participantes por comunidade rural, escolhidos aleatoriamente, segundo a presença dos mesmos nas associações ou em casa quando da visita dos pesquisadores, sendo 80 (oitenta) do gênero masculino e 60 (sessenta) do gênero feminino.

Quanto ao grau de escolaridade, constatou-se um impressionante atraso educacional, o que dificulta o desempenho da atividade agrícola e principalmente o acesso, a organização e o desenvolvimento das novas atividades que se colocam para o meio rural. Apenas os agricultores das comunidades Pitombeira, Angico Torto, Riacho da Roça e Maracajá concluíram o ensino fundamental II. Na Terra Vermelha apenas uma pessoa entrevistada concluiu o fundamental I. Na comunidade do Tigre ninguém estudou, evidenciando a importância e a grande carência das escolas do campo.

O nível de escolaridade atual compromete o próprio exercício de cidadania, uma vez que os agricultores nem sempre conseguem ter acesso aos direitos legalmente constituídos. Cunha (2011)

aponta que, em relação ao grau de escolaridade da juventude rural, este é 30% inferior ao da juventude urbana.

Segundo o estudo, as propriedades visitadas são de tamanho intermediário, situando-se numa faixa de 4 a 30 ha, sendo a mão de obra estritamente familiar, entre 2 e cinco pessoas, o que deixa claro tratar-se de pequenos produtores. Para a forma de produção, a grande maioria trabalha no sistema convencional (89%).

A aplicação dos questionários com os agricultores revelou olhares interessantes sobre o solo. Perguntados sobre como entendiam o que é o solo, os agricultores revelaram leituras diferentes (Figura 1).

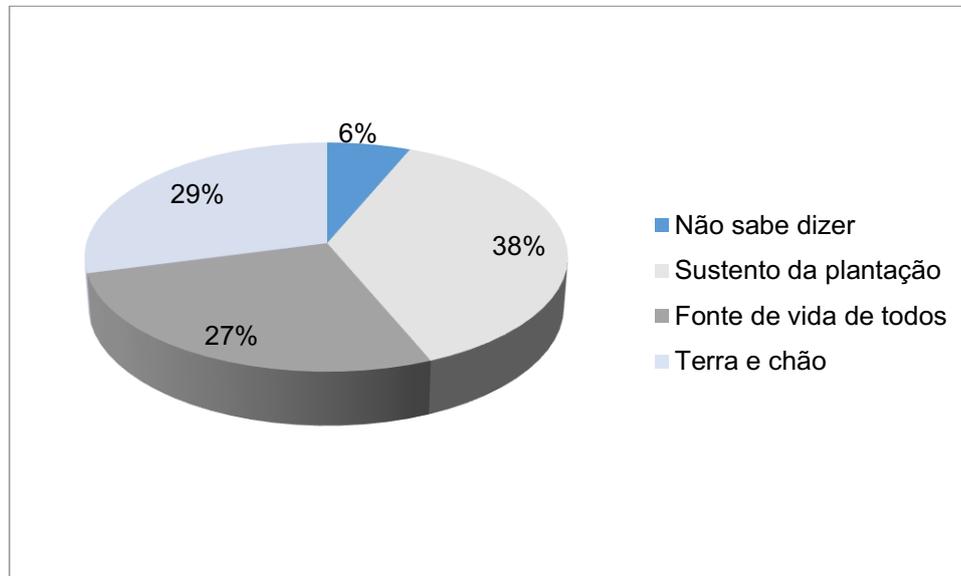


Figura 1. Conceitos de solos para os entrevistados.

Dos agricultores entrevistados, 38% responderam que o solo é o sustento da plantação onde eles produzem seus produtos, muitos deles em sistemas agroecológicos, centrados na segurança alimentar da família, além de comercializar o excedente na feira local.

Conceito de solo como 'terra e chão' foi mencionado em segundo lugar (29%), fazendo-se referência ao chão que se pisa e a matéria prima para construção das edificações humanas, além da base que sustenta a produção agrícola. Já para 27% o solo surge como visão sistêmica, com apresentação de conceitos que remetem a sustentação da vida, base de tudo e 6% não soube conceituar o solo.

Na Agroecologia o solo deve ser visto como o elemento essencial para geração de vida e conseqüente produção. Sem ele, seria impossível produzir alimentos, fibras, abrigos, etc. Portanto, deve-se ter um grande cuidado e preocupação com a sua manutenção e conservação (PRIMAVESI, 2008).

Para designar a boa condição do bom para a produção agrícola, os agricultores apresentaram ideias diversas (Figura 2).

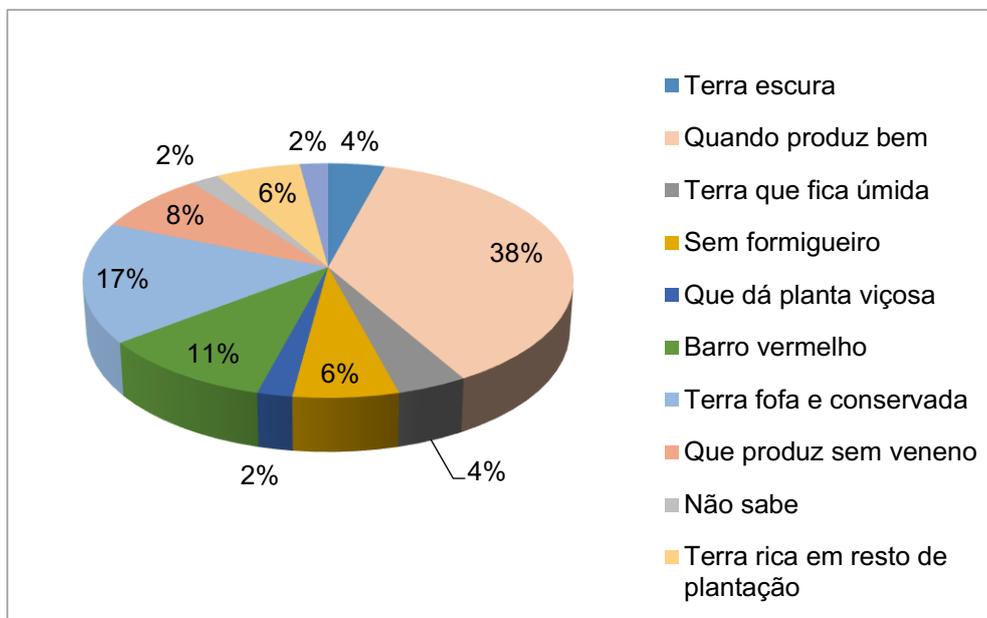


Figura 2. Designações para solo bom na visão dos agricultores.

Observa-se que 38% dos agricultores apontam como fertilidade do solo quando a produção é boa, no ponto de vista deles é quando a planta nasce e dá frutos. Para 17% dos entrevistados, solo fértil é solo bem conservado, e de cor vermelha (11%). A cor do solo foi identificada como sendo um indicador morfológico relevante para caracterizar a qualidade intrínseca do solo no trabalho de Lima et al. (2010), sobre a visão dos agricultores na região do Rio Grande do Sul.

Trabalho de Kamiyama et al. (2011), sobre a percepção ambiental dos produtores sobre a qualidade e fertilidade do solo, registrou que produtores orgânicos possuem maior percepção ambiental que os convencionais, quanto à sua atitude conservacionista, incidência de erosão do solo e impacto sobre o uso de recursos hídricos. Na pesquisa em pauta, os agricultores da comunidade Pitombeira participam da feira agroecológica do município, apresentando uma leitura diferenciada sobre o cuidado com o solo.

Outro tema importante quando se fala de produção agrícola é a fertilidade do solo, que é a capacidade do solo de ceder nutrientes para as plantas. A fertilidade do solo está ligada a capacidade de suprir às plantas de nutrientes essenciais nas quantidades e proporções adequadas para o seu desenvolvimento, visando altas produtividades de grãos, fibras, frutos, tubérculos ou raízes (RAI, 1981; MALAVOLTA, 1984).

No que diz respeito a percepção do solo fértil, os agricultores apresentaram ideias que remetem à estrutura do solo, ao conteúdo de matéria orgânica e a produtividade das culturas (Figura 3).

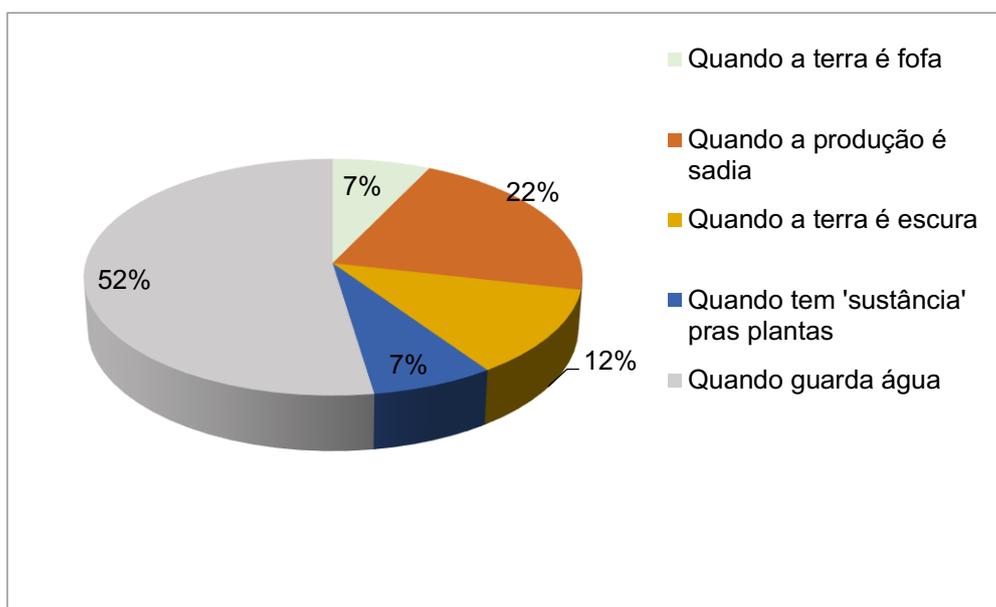


Figura 3. Como reconhecer um solo bom.

A manutenção da umidade do solo (52%), a presença de matéria orgânica (12%) e a estrutura - terra é fofa (7%), são outros indicadores importantes lembrados pelos agricultores, que evidenciaram aspectos que são ligados aos atributos biológico, químico e físico do solo, e que estão diretamente relacionados a saúde do solo e da planta.

Vale salientar que a produção a sanidade das plantas (22%) foi um indicador biológico destacado pelos agricultores. Este desenvolvimento está condicionado a uma avaliação mais visual da planta em termos de altura, de coloração, de viço, de número de espigas (para milho) e vagens (para feijão).

Quanto aos nomes dados para designar solo fértil, os agricultores apresentaram uma diversidade de vocábulos, com destaque para terra de vargem (ou várzea) com 22% e terra avermelhada (15%), embora ainda seja feita referência a umidade (7%) e a presença de matéria orgânica (8%), como pode ser observado na Figura 4.

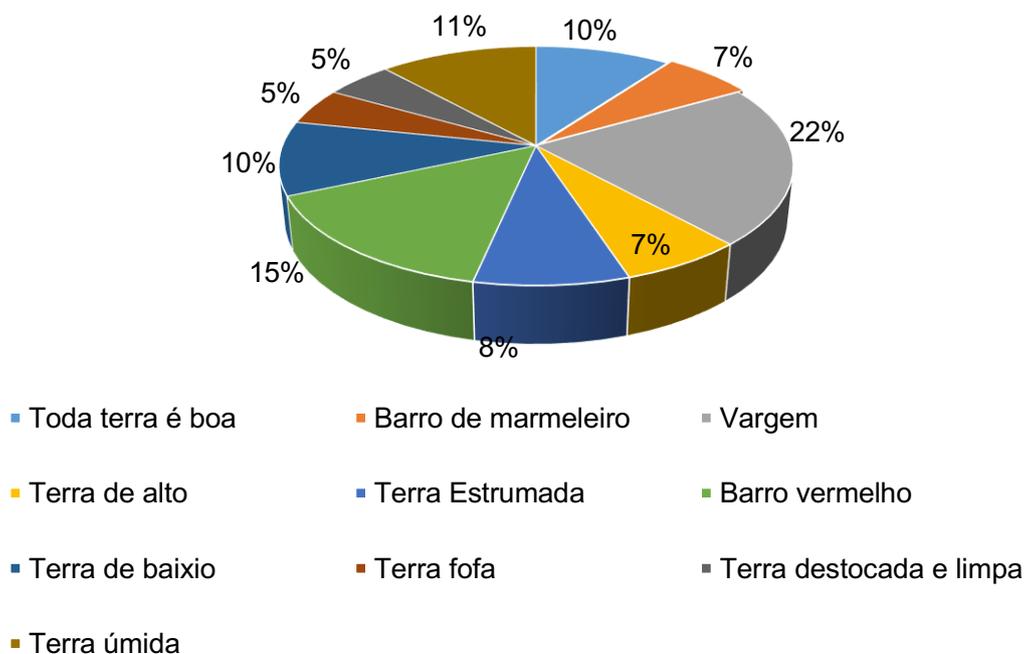


Figura 4. Nomes usados pelos agricultores para designar solo fértil.

Nessa perspectiva de entendimento da qualidade e fertilidade do solo, naturalmente que é importante saber dos agricultores e agricultoras como estes percebem também um solo que não é bom.

Na Figura 5 são apresentadas as respostas dos agricultores sobre solo ruim, que é aquele que não produz nada (52%), que acaba comprometendo a produção agrícola e a renda do agricultor. As outras respostas foram, o solo é ruim quando a terra é dura e compactada (13%), sem nutrientes (9%), que tem salinidade (6%), quando tem muita presença de cascalho (6%), terra seca (4%), terra branca (4%), muito barrenta (4%), com química (2%),

Solos claros são, para eles, solos fracos, tanto no que se refere a sua textura (arenosos) como em seu teor de nutrientes. Resultados similares foram encontrados por Saito et al. (2006) e Sousa (2015), mostrando que a cor do solo é também usada como indicador em outras regiões e com outros cultivos.

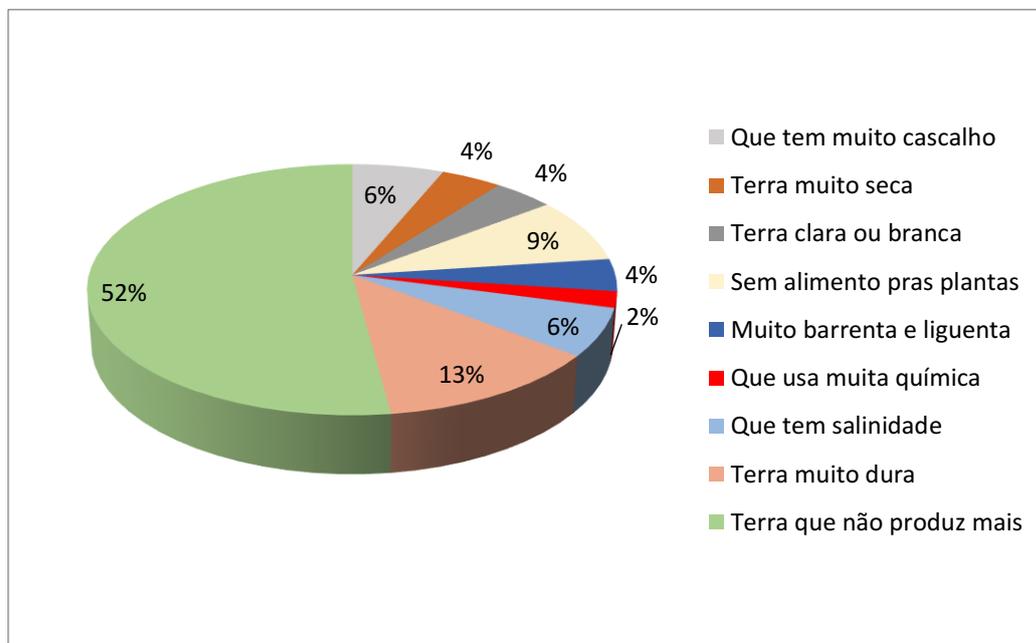


Figura 5. Conceito de solo ruim segundo os agricultores entrevistados.

Com relação ao trato e manejo com o solo e a planta, os agricultores se referem ao uso de venenos, que oferece riscos de contaminação aos solos agrícolas, quando utilizado fungicidas, herbicidas, pesticidas e adubos químicos que causam a acidez do solo, fazendo com que o solo fique ruim por causa da grande concentração de metais pesados, deixa o solo salinizado.

O uso de agrotóxicos contamina os lençóis freáticos além de poluir as águas de abastecimento para as populações rurais e urbanas e para a produção de alimentos, e a intoxicação ocorre diretamente nos produtores rurais (OLIVEIRA, 2003).

Para os entrevistados, a definição de terra de boa qualidade diz respeito à presença de água (umidade), solo solto, macio, com esterco e estrume, sobretudo das regiões de 'vargem' (baixios).

A comunidade rural do Tigre foi a que mais trouxe contribuições referenciadas ao seu entendimento para terra agricultável e que dizem respeito, sobretudo, ao aspecto visual e tátil. A referência a cor avermelhada do solo reflete o entendimento empírico da qualidade do solo, evidenciando a percepção de muitos dos agricultores das seis comunidades. Contudo, ainda persiste o entendimento errôneo de que solo bom, fértil, é solo limpo e destocado, entendimento que também foi mencionado na comunidade do Angico Torto.

Situações assim evidenciam a preocupação sobre o ensino de solos, apontado também em estudos realizados na área de ensino do solo por Lima (1999) e Carvalho e Oliveira (1999). Confirmam a falta de informação básica desse recurso pelos pequenos agricultores. Para esses autores o ensino da ciência do solo deve ser repassado para toda a família, já que as pequenas propriedades são exploradas normalmente de maneira familiar.

Para terra improdutiva, os termos usados se remetem principalmente a estrutura, textura, a presença de pedregosidade e a cor (Figura 6).

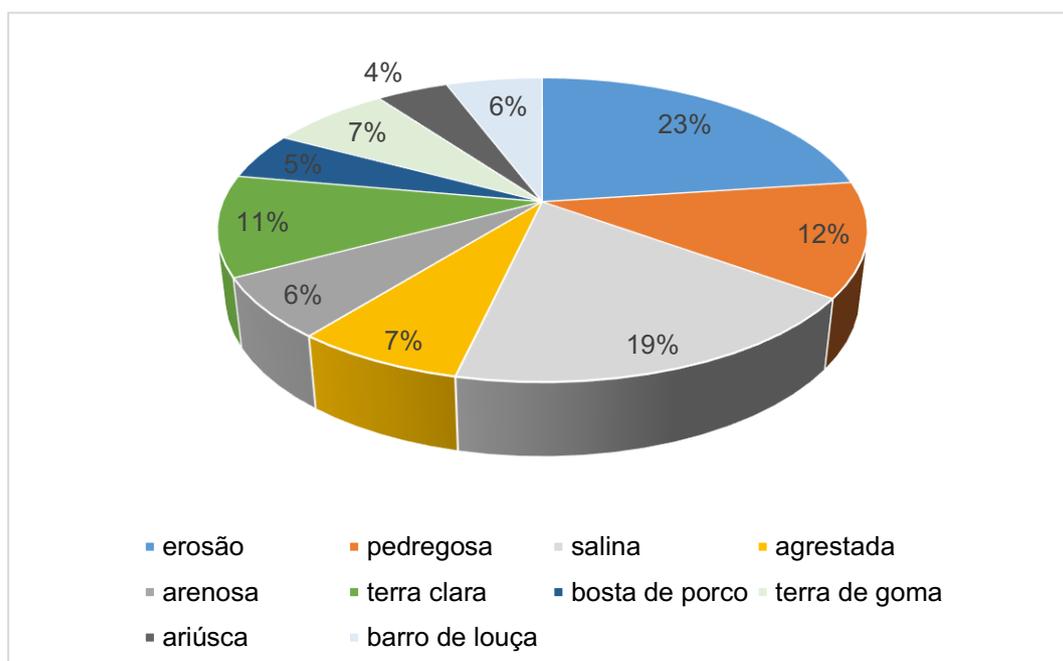


Figura 6. Percepção dos agricultores sobre solos improdutivos nas diversas comunidade.

No mesmo entendimento, foi perguntado a visão deles sobre por que o solo adoce. Os entrevistados falaram que o solo adoce por causa da falta de descanso (30%), pois a terra vai ficando muito cansada e vai perdendo seus nutrientes, microrganismos, porosidade, fertilidade, a capacidade de fornecer os nutrientes que as plantas necessitam para crescer saudável e produzir seus frutos. Além disso, foram mencionados outros fatores, como uso indevido (23%), terra sem adubação (18%) e muito cortada (14%). Ressalta-se que essa prática de 'cortar a terra' na época das águas é um costume da atividade agrícola na região (Figura 7).

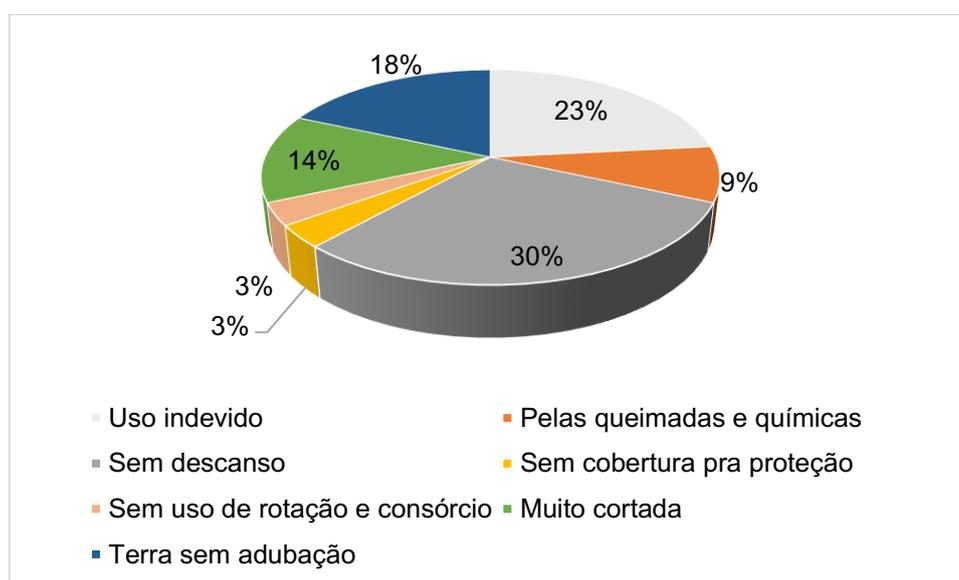


Figura 7. Por que o solo adoce?

É senso comum que a relação dos agricultores com os recursos naturais baseia-se na dependência dos elementos do ambiente: retiram lenha das matas para suas necessidades e sabem que o desmatamento traz problemas para sua área de produção, e embora façam uso de agrotóxicos, reconhecem que o uso dos venenos traz grandes problemas para os agroecossistemas. No tocante a esse assunto, nas comunidades visitadas o uso de agrotóxicos ocorre sem conhecimento técnico necessário das consequências relativas aos excessos praticados, bem como pela falta de uso de equipamentos de proteção individual. Por isso a relevância em se disseminar as práticas conservacionistas.

Segundo Ribeiro (2000), para evitar que ocorra a exaustão dos solos é necessário cuidar do planejamento do uso e manejo do solo para não ultrapassar seus limites de sustentação de vida e/ou de tolerância de perdas, e para isso, existem vários métodos de conservação do solo, métodos estes, que foram criados com o objetivo de garantir o melhor uso correto de cada tipo de solo sem degradar as possibilidades de sustento tanto para o social, ambiental e econômico. É preciso que deixe o solo descansar para que possa repor seus componentes que se faz necessário para um solo rico e sadio, para que volte novamente a plantar no local.

A percepção ambiental é de fundamental importância para que possamos entender melhor as diversas inter-relações entre o solo e o homem, as expectativas, anseios, satisfações e insatisfações, julgamentos e até condutas (FERNANDES et al., 2002).

A erosão é um processo que causa muitos problemas graves em áreas onde existem trilhas, e onde tem pouca vegetação, principalmente em regiões montanhosas. A erosão depende do tipo de solo, da topografia, do padrão de drenagem da área e da cobertura vegetal, por que se for pouca a erosão sai arrastando o solo (ANDRADE, 2003).

Para proteger o solo dos efeitos danosos da erosão e criar condições adequadas ao desenvolvimento das plantas, é necessário conhecer o solo e adotar boas práticas agrícolas. Questionados sobre o conhecimento de práticas de conservação do solo, as respostas foram bem diversas, mas é possível observar que o uso de esterco é ainda a prática mais comum (50%), seguida do consórcio (30%), todavia, práticas conservacionistas como a compostagem, a cobertura morta ou o barramento são pouquíssimo adotadas nas localidades pesquisadas (Figura 8).

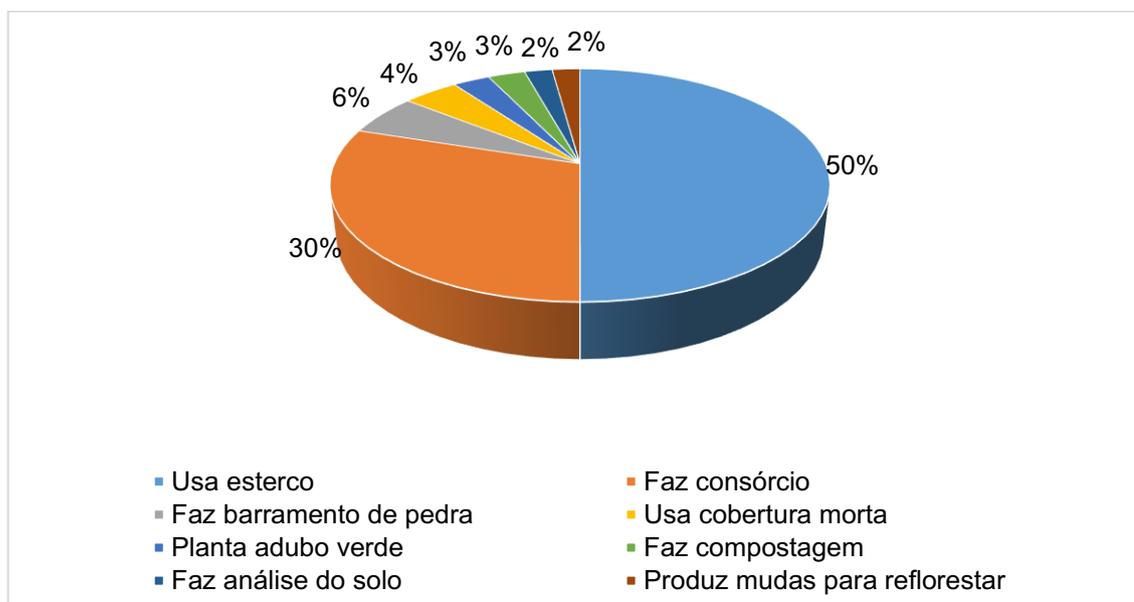


Figura 8. Práticas usadas pelos entrevistados para cuidar do solo.

A ausência das práticas conservacionistas nas comunidades é evidente, e pode explicar o avanço dos processos erosivos nas comunidades estudadas, observados quando da visita de campo para aplicação dos questionários. Essa ausência e práticas de conservação do solo, aliada aos sistemas exploratórios da agricultura convencional e das condições climáticas propícias, como chuvas torrenciais que ocorrem na região, são fatores importantes para agravar os processos erosivos e a degradação do solo.

Observa-se que o uso da adubação orgânica com esterco bovino (e de criação, como alguns mencionam) é a prática mais comum nas comunidades visitadas, mas muitas vezes é feito sem a observação de recomendações importantes, como a lavagem e a maturação. Holanda (1990) aponta que o uso de esterco é uma prática milenar utilizada por agricultores que tendem a melhorar as condições do solo incorporando fonte de matéria orgânica.

A segunda prática mais citada pelos entrevistados foi o uso de consorciação, que é uma antiga prática que permite associar, numa mesma área, o plantio de culturas diversas para aumentar o rendimento, ao tempo em que enriquece a vida biológica do solo, protegendo-o contra a erosão. É uma prática antiga, usada frequentemente no semiárido nordestino, muito utilizada pelos pequenos

agricultores que, pela experiência acumulada por gerações, reconheceram vantagens na sua adoção, principalmente no que diz respeito ao melhor aproveitamento dos limitados recursos de solo disponíveis (PEIXOTO et al., 2001). O consórcio do milho com várias culturas, especialmente feijão, é o mais comum nas localidades.

Relativo a adoção de práticas de conservação, Silva e Paiva (1985), ainda na década de 80, a partir de observações de redução do assoreamento em reservatórios de água, já anunciavam que os cordões de pedra em contorno constituiriam promissora técnica antierosiva. Tradicionalmente, para fazer um barramento, basta amontoar pedras (alguns agricultores usam pneus) ao redor do curso d'água, usando o formato da própria pedra para fazer os encaixes.

Outra importante técnica, que se constitui em valiosa prática de conservação do solo, sobretudo em ambientes semiáridos, como no caso da pesquisa, é a manutenção da cobertura do solo, por meio dos adubos verdes ou da palhada (cobertura morta). A umidade presente no solo decorrente da proteção por meio de cobertura morta, aumenta-se a ação biológica do solo e a disponibilidade de nutrientes para as plantas (RAIJ, 1991). As duas práticas são comuns entre os agricultores agroecológicos da comunidade Pitombeira.

Conclusão

A partir dos resultados verificados, é possível concluir que os agricultores das comunidades rurais que participaram da pesquisa ligam o conceito de solo ao entendimento da produção agrícola, remetendo-se às características morfológicas cor, textura e consistência para designar a fertilidade do solo, mas apresentam um grande desconhecimento das práticas conservacionistas.

Nesse sentido, o diálogo será sempre fundamental para entender a visão dos agricultores, auxiliando no processo de interação, de forma a permitir mais aproximação na condução da pesquisa, evidenciando que as metodologias participativas e dialógicas devem ser incentivadas nos trabalhos de diagnóstico e percepção sobretudo quando se pretende verificar o olhar dos agricultores sobre os recursos naturais e estimular a adoção de práticas conservacionistas.

Muitos agricultores mencionaram nas suas práticas seus conhecimentos e experiências acumuladas, por isso, conclui-se que o saber Etnopedológico deve permear as atividades da construção do conhecimento agroecológico e da conservação do solo, promovendo a discussão sobre o saber empírico e o saber científico, de modo a fortalecer o protagonismo dos agricultores e agricultoras nas suas práticas rotineiras, estimulando o uso sustentável dos recursos edáficos e incentivando a adoção de práticas de conservação da qualidade e fertilidade dos solos. A Etnopedologia está presente no fazer desse povo camponês de maneiras que poucos percebem.

A vivência com os agricultores das sete comunidades pesquisadas permitiu conhecer '*in loco*' sua realidade, o que contribuiu para buscar a construção de propostas de projetos e pesquisas que visem ao desenvolvimento sustentável da região, envidando esforços para disseminar conceitos sobre conservação, preservação e recuperação dos solos da região caririzeira e nos remete ao entendimento de que aprimorar o conhecimento dos agricultores e sua capacidade de observar, experimentar e manejar o solo é um elemento essencial no desenvolvimento de pesquisas e projetos para a sustentabilidade dos agroecossistemas.

A observação do modo de condução das atividades agrícolas dos agricultores e o (re)conhecimento de seus saberes sobre o solo devem ser aproveitados nos processos de investigação dos agroecossistemas para subsidiar a discussão em torno do redesenho de sistemas de produção mais sustentáveis, visando a promoção e manutenção da qualidade e fertilidade dos solos e, portanto, de todos os seres.

Referências

- ADH. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - Brasília: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Ipea, FJP, 2013. Disponível em: <<http://www.cdsa.ufcg.edu.br/site/?p=812>>. Acesso em: fevereiro de 2018.
- ALTIERI, M. Agroecologia - Bases científicas para uma agricultura sustentável. Editorial Nordan-Comunidad. 1999. p.325.
- ALTIERI, M. Agroecologia: A dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.
- ALVES, A. G.; MARQUES, J. G. W. Etnopedologia: uma nova disciplina? Tópicos em Ciência do Solo. Revista Brasileira da Ciência do Solo, v.4, p.277-320, 2005.

- ANDRADE, W. J. de. Implantação e manejo de trilhas. In: Mitraud, S. (Ed.). Manual de ecoturismo de base comunitária: ferramentas para um planejamento responsável. Brasília: WWF, p.247-259, 2003.
- APARIN, B.; SUHACHEVA, E. Methodology of uninterrupted ecological education on soil science. In: Word Congress Soil Science, 17. Thailand, 2002. Abstracts. Bangkok, IUSS, 2002, p.1685.
- BACH JÚNIOR, J.; MARIN, A. A. A percepção ambiental na pedagogia Waldorf: a fenomenologia de Goethe e a teoria dos sentidos de Steiner aplicados a educação ecológica. *Ciência e Tecnologia*, v.7, n.1, p.427-443, 2007.
- BARRERA-BASSOLS N.; ZINCK, J. A. Ethnopedology: a worldwide view on the soil knowledge of local people. *Geoderma*, v.111, p.171-195, 2003.
- BARRIOS, E.; TREJO, M. T. Implications of local soil knowledge for integrated soil management in Latin America. *Geoderma*, v.111, p.217-231, 2003.
- BERTONI, J.; NETO, F. L.; Conservação do Solo. 9 ed. São Paulo: Ícone, 2014.
- CALLADO, A. L. C.; ALBUQUERQUE, J. de L.; SILVA, M. N. Análise da Relação Custo/Volume/Lucro na Agricultura Familiar: O caso do Consórcio Mamona/Feijão. *Custos e @gronegócios*, v.3, n.1, 2007.
- CANUTO, J. C.; SILVEIRA, M. A. da; MARQUES, J. F. O sentido da agricultura familiar para o futuro da agroecologia. *Ciência & Ambiente*, v.1, n.1, p.57-63, 1994.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Por uma nova extensão rural: fugindo da obsolescência. *Reforma Agrária*, v.24, n.3, p.70-90, 1994.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. Agroecologia: matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável. Brasília (DF), abril de 2006.
- CORREIA, J. R.; LIMA, A. C. S.; ANJOS, L. H. C. O trabalho do pedólogo e sua relação com comunidades rurais: observações com agricultores familiares no Norte de Minas Gerais. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v.21, n.3, p.447-467, 2004.
- CORREIA, J. R. Pedologia e conhecimento local: proposta metodológica de interlocução entre saberes construídos por pedólogos e agricultores em Área de Cerrado em Rio Pardo de Minas, MG. 234p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ. 2005.
- CUNHA, M. A. de A. Expectativas de jovens camponeses na universidade: os desafios de uma formação em nível superior. *Inter-Ação*, v.36, n.1, p.263-283, 2011.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 412p.
- EMBRAPA. Variação geográfica do tamanho dos módulos fiscais no Brasil. In: LANDAU, E. C.; CRUZ, R. K. da; HIRSCH, A.; PIMENTA, F. M.; GUIMARÃES, D. P. (Org). (Documentos/Embrapa Milho e Sorgo). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 199p.
- FERNANDES, R. S.; SOUZA, V. J. de; PELISSARI, V. B.; FERNANDES, S. T. Uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas às áreas educacional, social e ambiental. FCTH, Fundação Centro Tecnologia de Hidráulica. Projeto Difusão Tecnológica em Recursos Hídricos. São Paulo, 2002.
- GANDAH, M.; STEIN, A.; BROUWER, J.; BOUMA, J. Dynamics of spatial variability of millet growth and yields at three sites in Niger, West Africa and implications for precision agriculture research. *Agricultural Systems*, v.63, p.123-140, 2000.
- GHEYI, H. R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T.; ASSIS, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (eds). Agricultura, sustentabilidade e o semiárido. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.329-345, 2000.
- GRUN, M. Ética e Educação: A conexão necessária/Mauro Grun. Campinas, São Paulo: Papirus, 2006.
- HOUAISS, A. Dicionário Eletrônico Houaiss da Língua Portuguesa. 1ª Edição. São Paulo. Objetiva, 2002. CD-ROM.
- JUMA, N. The pedosphere and its dynamics: a systems approach to soil science. v.1 Introduction to soil science and soil resources. Edmonton, Canadá. Solman Productions, 1999, 315p.
- KAMIYAMA, A.; MARIA, I. C. de; SOUZA, D. C. C. de; SILVEIRA, A. P. D. da. Percepção ambiental dos produtores e qualidade do solo em propriedades orgânicas e convencionais. *Bragantia*, v.70, n.1, p.176-184, 2011.
- KARLEN, D. L.; MAUSBACH, M. J., DORAN, J. W., CLINE, R. G., HARRIS, R. F.; SCHUMAN, G. E. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Science Society American Journal*, v.61, p.4-10, 1997.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. Fundamentos de metodologia científica. São Paulo: Atlas, 1993.
- LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. São Paulo: Oficina de textos, 2002.

- LIMA, V. C., LIMA, M. R., MELO, V. F. (Orgs.). O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Universidade Federal do Paraná. Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Curitiba, 2009.
- LOPES, K. C. S. A.; BORGES, J. R. P. B.; LOPES, P. R. Percepção ambiental de agricultores familiares assentados como fator preponderante para o desenvolvimento rural sustentável. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 7, 2011, Fortaleza. Anais... Fortaleza-CE, 2011.
- LUETZELBURG, P. V. Estudos Botânicos do Nordeste. Rio de Janeiro, Inspeção Federal de Obras Contra as Secas, v.3.1, A, 57. 1922/1923.
- MACHADO, P. L. O. A. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. Revista Química Nova, v.28, n.2, p.329-334, 2005.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1984. 254p.
- MENDES, R. P. R. Percepção sobre meio ambiente e Educação Ambiental: o olhar dos graduandos de ciências biológicas da PUC-BETIM. Dissertação (Mestrado em Educação). 2005. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte: 2006.
- MINAYO, M. C. de S. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. Rio de Janeiro: UCITECABRASCO. 1994. 269p.
- MIRANDA, D. J. P. Educação e percepção ambiental: o despertar consciente do saber ambiental para ação do homem na natureza. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v.19, p.157-164, 2007. Disponível em: <http://www.remea.furg.br/edicoes/vol19/art01v19a12.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2018.
- MOREIRA, R. C. T.; COSTA, L. C. B.; COSTA, R. C. S.; ROCHA, E. A. Abordagem Etnobotânica acerca do Uso de Plantas Medicinais na Vila Cachoeira, Ilhéus, Bahia, Brasil. Acta Farm. Bonaerense, v.21. p.1-7, 2002.
- MUGGLER, C. C.; PINTO SOBRINHO, F. A.; MACHADO, V. A. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.30, p.733-744, 2006.
- NISHIJIMA, T. Água e solo. Apostila do curso de especialização em educação ambiental. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2006.
- OLIVEIRA, J. Os agrotóxicos e a poluição das águas: Coando mosquito e engolindo camelo. São Paulo: Musa Editora, 2003. Disponível em: <http://www.agrisustentavel.com/toxicos/camelo.htm>. Acesso em: fevereiro de 2016.
- PAWLUK, R. R.; SANDOR, J. A.; TABOR, J. A. The role of indigenous soil knowledge in agricultural development. J Soil Water Conserv, v.47, p.298-302, 1992.
- PENNA, A. G. Percepção e realidade: introdução ao estudo da atividade perceptiva. Rio de Janeiro, Imago, 1997.
- PEREIRA J. A.; FERT NETO, J.; CIPRANDI, O.; DIAS, C. E. do A. Conhecimento local, modernização e o uso e manejo do solo: um estudo de etnopedologia no planalto sul catarinense. Revista de Ciências Agroveterinárias, v.5, p.140-148, 2006.
- PRIMAVESI, A. M. Agroecologia e manejo do solo. Revista Agriculturas Experiências em Agroecologia, v.5, n.3, p.7-10, 2008.
- RAIJ, B. van. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, Instituto de Potassa & Fósforo, Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142p.
- RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Agronômica Ceres, Potafos, 1991. 343 p.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. Pedologia: base para distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT, 1995. 304p.
- RIBEIRO, S. L. Aplicação de Sistema de Informação Geográfica Nacional ao Estudo de Erosão dos Solos por meio de Modelo EUPS: Microbacia hidrográfica do Ribeirão Araquá – SP. Tese (Doutorado em Geografia). UNESP. Campus Rio Claro, 2000.
- ROSA, L. A. B. da; ROCHA, A. C. da; MOTKE, D.; ZAMBERLAN, J. F.; GOMES, C. M.; BERVIG, A. A. A educação ambiental para um manejo correto do solo: percepção de agricultores do município de Jaboticabal/SP. Educação Ambiental em Ação, n.42, 2013.
- SAITO, K.; LINQUIST, B.; KEOBUALAPHA, B.; SHIRAIWA, T.; HOIRE T. Farmers' knowledge of soils in relation to cropping practices: A case study of farmers in upland rice based slash-and-burn systems of northern Laos. Geoderma, v.136, p.64-74, 2006.
- SAMPAIO, E.; SAMPAIO, Y. Desertificação: conceitos, causas, consequências e mensuração. Recife: Editora da Universitária da UFPE, 2002.
- SANTOS, D. R.; REICHERT, J. M. Gênese e propriedades do solo. Apostila do curso de Agricultura familiar e desenvolvimento sustentável. 2006.

- SILVA, J. R. C.; PAIVA, J. B. Retenção de sedimentos por cordões de pedra em contorno em uma encosta de solo litólico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.9, p.77-80, 1985.
- SILVA, C. H. da. Território: uma combinação de enfoques – material, simbólico e espaço de uma ação social. *Revista Geografar*, v.4, n.1, p.98-115, 2007.
- SOARES, A. C. A multifuncionalidade da agricultura familiar. *Proposta*, Rio de Janeiro, n.87, p.40-49, 2000/2001.
- WINKLERPRINS, A. M. G. A.; SANDOR, J. A. Local soil knowledge: insight, application, and challenges. *Geoderma*, v.111, p.165–170. 2003.

TONS DA TERRA E O USO DA GEOTINTA PARA POPULARIZAR A CIÊNCIA DO SOLO**Adriana de Fátima Meira Vital¹****Francisco Laíres Cavalcante²****Ivson de Sousa Barbosa³****Diogo Oliveira dos Santos⁴****Jefferson Ferreira de Freitas Feitosa⁵****Rivaldo Vital dos Santos⁶**¹Universidade Federal de Campina Grande, vital.adriana@gmail.com²Universidade Federal de Campina Grande, franciscolaíres96@gmail.com³Universidade Federal de Campina Grande, ivsonsousa33@gmail.com⁴Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, diogo1524@gmail.com⁵Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 01jeffersonferreira@gmail.com⁶Universidade Federal de Campina Grande, vitalrivaldo@gmail.com**Introdução**

O solo é patrimônio da humanidade, bem coletivo que sustenta a vida, cuja relação com o ser humano remonta os registros da história universal, perdendo-se na poeira dos tempos. No solo encontramos uma das mais antigas leis da vida: nascimento, crescimento, morte e renascimento.

Segundo alguns estudos e relatos, há mais de trinta mil anos os primeiros povos, chamados de primitivos, tinham uma relação harmoniosa com o solo e o viam como um meio de locomoção, de sustentação, como também reverenciavam seu poder de manutenção, produção e crescimento de vegetais e frutos silvestres. Além disso, a possibilidade de poder usar manipular a terra para confeccionar os objetos de cerâmicas, bem como os diferentes pigmentos nas pinturas corporais e nos registros de suas vivências, as pinturas rupestres, também os encantava (OLLIER et al., 1971; DIEGUES, 2002; CHIAVENATO, 2005).

Estudos também apontam o uso não agrícola dos solos e materiais minerais no tratamento de enfermidades (MARQUES, 2001) e na alimentação humana (BROWMAN & GUNDERSEN, 1993).

Nos dias atuais a relação do ser humano com o solo é quase inexistente, senão preocupante: a não ser os agricultores, jardineiros e cientistas do solo, quase ninguém dedica interesse em saber um pouco mais sobre este valioso recurso, fato que deve ser considerado como agravante que potencializa os processos de degradação e perdas de solo (MUGGLER et al., 2006; LIMA et al., 2009).

Por ser um recurso natural finito, considerando a escala de vida de nós seres humanos, e dada sua relevância para nossa existência e sobrevivência, o solo necessita de cuidados. Atualmente, no mundo inteiro, mais de metade (52%) de todos os solos férteis e produtores de alimentos são classificados como degradados, muitos deles severamente degradados (UNCCD, 2015).

Um problema expressivo é que, extensões da ciência do solo fora das ciências agrárias são muito pouco frequentes. Ligar a ciência do solo às artes não é comum, todavia, os grandes problemas enunciados nas diversas mídias sobre o avanço da degradação dos solos nas últimas décadas, mostram que as atividades restritas à comunidade científica do solo e seus parceiros tradicionais têm sido insuficientes para proteger nossos solos (FELLER et al., 2015).

Trabalhar para minimizar os danos sociais, ambientais, culturais e econômicos e promover a sensibilização das pessoas para o cuidado com o solo é, ao mesmo tempo, necessidade e um grande desafio. E no mínimo, o compromisso mais urgente de instituições de ensino e centros de pesquisa.

Pequenas mudanças podem acarretar impactos positivos extraordinários. A disseminação da ciência do solo para crianças e jovens tem que ser melhorada e deve partir de metodologias que estimulem o interesse, a criatividade e a participação. Dessa maneira elas haverão de perceber o valor do solo para as necessidades da sociedade, aprendendo sobre a importância capital desse valioso recurso no ciclo da vida.

Não se discutem as conquistas relevantes da ciência do solo e da tecnologia, nada obstante, não há como desconsiderar o avanço dos processos degradatórios e a exploração insustentável dos recursos do solo. Nesse cenário, abordagens mais holísticas com projetos transdisciplinares que visem à proteção do solo devem ser vistas como perspectiva inovadora pela comunidade de ciência do solo. Diversos

campos de estudo podem ser importantes eixos para expandir conceitos sobre o solo: arte, história, antropologia, sociologia, psicologia, economia e estudos religiosos representam alguns desses espaços para discutir a proteção do solo e aumentar a consciência pedológica.

Além da função ecológica e agrícola, o uso não agrícola do solo pode ser percebido na confecção de diversos objetos muito utilizados no nosso dia a dia, como louças de barro e pintura com tinta de terra (VITAL et al., 2011; SILVA et al., 2013).

Entendendo o solo como um mosaico de cores, texturas e consistências, não será difícil compreender que suas características morfológicas podem ser usadas como proposta pedagógica para popularizar conceitos e conhecimentos sobre o solo de forma sustentável, contribuindo com a formação cidadã e, portanto, como instrumento de educação pedológica (CARVALHO et al., 2007; VITAL, 2011).

Entende-se que, a Escola sofre alterações quando são incluídas ações que envolvem o cotidiano do aluno que resulta de procedimentos e condições dos envolvidos, uma vez que a “escola prepara, instrumentaliza e proporciona condições para construção da cidadania para a formação do cidadão crítico, sujeito de sua própria história” (SILVA, 2007, p.13). A partir do contexto acima apresentado, verifica-se a necessidade de popularizar o ensino de solos de forma contextualizada, ligando o ensino formal aos acontecimentos do cotidiano do aluno, para que estes possam perceber a importância desse recurso ambiental e sua inserção no cotidiano da vida em sociedade (TREVISAN & MARTINS, 2006).

Este trabalho apresenta relatos das ações com a proposta da geotinta como ferramenta pedagógica para disseminar conceitos sobre solos para estudantes e professores, no ensino formal e não formal. Pretende-se mostrar como a arte pode revelar a interconectividade com o ambiente, permitindo se fazer uma nova leitura por meio da arte para valorização do solo.

Novas práticas pedagógicas na pedologia

Educar é ação transformadora. A Educação em Solos compreende a sensibilização para a mudança de atitudes e posturas. Falar de solo, de suas potencialidades, de seus usos agrícola e não agrícola, é permitir o conhecimento para a construção de um novo tempo, focado na ética, no respeito e na afetividade pela Terra.

É preciso que o sistema educacional atente em aproveitar o anseio das crianças de conhecer o mundo exterior como importante elemento para seu desenvolvimento individual. Nessa fase inicial do processo de aprendizagem escolar as crianças são curiosas e fazem perguntas, interagindo com tudo que lhes chama a atenção, sendo esse período essencial para potencializar atitudes e habilidades e estimular o pensamento criativo e científico (SMITH, 2001; BUHAN, 2006). Além disso, estudos relatam que uma interação saudável com o ambiente natural é uma necessidade psicológica e emocional do ser humano (SEBBA, 1991; WILSON, 1994).

Segundo Montessori (1937), a solução do problema educativo para que crianças e adolescentes aprimorem sua capacidade era apenas um espaço adequado à sua dimensão, para que possam manusear, experimentar, tirar suas próprias conclusões e, assim, aos poucos ir construindo uma rede de relações e saberes que lhes garantam autonomia e conhecimento.

A educadora veneranda, definiu o ser humano como um ser em relação com os outros seres humanos e com todos os seres vivos e não vivos do planeta, cabendo à educação conscientizá-lo desse aspecto e da interdependência entre estes, requisito fundamental tanto para a sobrevivência individual como para a manutenção da própria vida sobre a Terra, e da própria Terra no universo (AMARAL, 1980).

Estabelece-se, portanto, a importância de sensibilizar crianças e adolescentes para o respeito pela natureza (MORAES, 2009). E é na fase inicial da formação escolar, em que há uma natural disposição para a interação com o ambiente, que se deve trabalhar a consciência ambiental significativa, com o estímulo ao respeito pelos elementos da natureza e à adoção de posturas positiva em relação ao meio ambiente (GRODZINSKA-JURZCAK et al., 2006).

Considerando a relevância dos recursos edáficos na sustentação da vida, em que pese a importância e a interdependência dos demais, verifica-se que nas escolas, os livros didáticos não trazem em seus conteúdos uma abordagem expressiva de conceitos que liguem o solo como fator ecológico-ambiental. Nesse cenário, o solo é quase que completamente ignorado, sobretudo os solos dos ambientes semiáridos caatingueiros, com suas especificidades, limitações, necessidade e potencialidades (ALMEIDA & COSTA FALCÃO, 2012; SOUSA et al., 2016). Esta constatação evidencia a urgência de reformulação dos conteúdos dos currículos escolares para mudança de paradigma, centrado na valorização e no respeito à terra.

A abordagem pouco expressiva, fragmentada e descontextualizada dos conteúdos sobre o solo acaba comprometendo o processo ensino-aprendizagem e, conseqüentemente, contribuindo para agravar os processos de degradação dos solos, por falta de informações.

O tema solo deve permear os conteúdos escolares desde o ensino infantil, para que os educandos cresçam conscientes quanto à importância de preservá-lo, de usá-lo e manejá-lo de forma sustentável, para que este recurso mantenha sua capacidade de suporte da vida para as gerações presentes e futuras.

Precisamos urgentemente integrar a ciência do solo à educação básica e aos espaços formais e não formais da educação, usando metodologias dialógicas, participativas, inovadoras para estimular a sensibilização e despertar o interesse de crianças e adolescentes pelo conhecimento do solo e sua importância para a sociedade, com ações que despertem o interesse, a criatividade e o sentimento de pertencimento, além de oferecer oportunidades de carreira na ciência do solo.

Por outro lado, como asseveraram Sato (2003) e Muggler et al. (2006), é necessário sensibilizar e despertar as pessoas, individual e coletivamente, para o cuidado com o solo, na perspectiva da ressignificação e valorização de conceitos, buscando a promoção de uma espécie de "consciência pedológica" que pode nascer de um processo educativo desde as primeiras séries e que privilegie a noção de sustentabilidade na relação homem-natureza.

Trabalhar os conteúdos de solos nas séries iniciais permitirá ampliar o diálogo sobre a conservação da natureza e o equilíbrio ambiental, e esse é um dos princípios da Educação em Solos, contudo, a introdução de conceitos sobre o solo em programas educacionais necessita da inclusão de cientistas do solo para a escrita de livros didáticos, além da capacitação dos professores do ensino básico no conhecimento sobre o solo. Esta é a melhor possibilidade para dar uma melhor perspectiva ao campo da ciência do solo.

A abordagem sobre solos no âmbito da Educação Ambiental, ou a Educação em Solos, no ensino formal e não-formal, surgiram na década de 90 do século XX na Rússia, Austrália, Índia e Brasil (ABBOT et al., 2002; BADRINATH et al., 2002), como maneira de oportunizar a reflexão sobre solos.

Existem múltiplas formas, tempos e espaços de se educar para o meio ambiente a partir de uma abordagem pedológica, embora ainda sejam pouco utilizadas e centrando-se em alguns cursos das ciências agrárias. Mas é certo que o tratamento mais adequado e comprometido dos temas pedológicos pode contribuir positivamente na conscientização ambiental, em especial na compreensão da importância da conservação do solo (MUGGLER et al., 2004).

O estudo de solos deve ser entendido no contexto dos sistemas dinâmicos. Nesse sentido, é um elemento essencial à vida, integrante de um sistema chamado meio ambiente. A partir deste contexto, entende-se que devemos procurar estimular os alunos "discutindo os processos da natureza e suas relações com a vida das pessoas" (BRASIL, 2007, p.62).

Para Biondi e Falkowski (2009, p.203) "a Educação em Solos é um instrumento valioso para ampliar a percepção ambiental sobre o solo, cuja importância é normalmente desconsiderada e pouco valorizada". Para isso o estudo do solo deve ser desenvolvido, não somente em áreas rurais, mas também urbanas, apresentando conceitos sobre uso agrícola e não agrícola, resgatando o valor e a importância deste recurso precioso em metodologias atrativas e participativas, como as atividades artísticas.

Frasson e Werlang (2010), relembando que o solo é um componente do ambiente natural e humano, presente no cotidiano das pessoas, inferem que o ensino de solos é fundamental na compreensão de conceitos para o cuidado ambiental, sendo os conteúdos pedológicos extremamente adequados à formação cidadã.

Com relação ao ensino do solo nas escolas, Prates e Zonta (2009) apontam que existe uma deficiência na quantidade e qualidade dos materiais didáticos, pois estes costumam ser tradicionais e não despertam o interesse do aluno, assim, visando promover a Educação em Solos junto a estudantes e professores da rede pública e privada do ensino formal e da sociedade como um todo, é importante trabalhar com ações que ofereçam uma alternativa educativa para a divulgação e sensibilização do público-alvo, voltada para ao conhecimento da relevância desse recurso natural, suas interações com o ambiente.

Mas educar é também educar-se. Os professores nesse sentido, devem estar preparados, capacitados para ensinar solos, o que nem sempre acontece. Perusi e Sena (2012), entendem que a Educação em Solos deve ser ampla e se inserir no contexto da Educação Ambiental, por meio de professores preparados e com uso de materiais didáticos apropriados, que favoreçam a abordagem dos conteúdos de solos e permita às pessoas avaliar o impacto de suas ações.

Assim, o ensino de solos no ensino básico deve acontecer a partir de experiências concretas que

levem o estudante a construção gradativa do conhecimento, a partir de um fazer científico, levando em conta a vinculação da ciência ao seu significado político, social e cultural (CURVELLO & SANTOS, 1993, p.192)

Trabalhar a Educação em Solos, nas atividades de Educação Ambiental, é proposta também da Agroecologia, desde que são temas que se atraem, se aproximam, se complementam e que vem ao encontro do que se concebe enquanto uma educação crítica e transformadora (FALCÃO SOBRINHO & FALCÃO, 2002; BARROS, 2005; PINHEIRO, 2011).

Dentre as metodologias inovadoras para o ensino de solos podem ser citadas as caminhadas orientadas, as feiras temáticas, as aulas de campo e visitas técnicas, atividades lúdicas e oficinas pedagógicas e artísticas, que devem promover a reflexão a partir da vivência prática.

A arte é uma forma de integralizar as pessoas, resgatar a cidadania e aumentar a autoestima. A pintura com solo oferece aos alunos uma oportunidade criativa e fascinante para descobrir as várias cores, propriedades e texturas dos solos. Ao usar o solo como pigmento para pintura, os professores podem incluir aspectos da arte, geografia, história e ciência. As crianças aprenderão muito sobre o solo ao utilizar a geotinta – tinta ecológica a base de terra.

O solo: no tato e na visão

Na natureza tudo está em constante transformação. As rochas também. E o produto final é o solo. Esse processo leva às vezes centenas de anos e é denominado de intemperismo, que pode ser definido como o conjunto de processos físicos, químicos e biológicos que modificam as rochas quando expostas ao tempo, sob diferentes fatores: relevo, clima e organismos (KIEHL, 1979; BRADY & WEIL, 2013).

De maneira simples podemos dizer que o solo é um recurso vivo e dinâmico. Expandindo a definição, diremos que o solo é um corpo tridimensional natural complexo. Mas talvez o conceito mais enfático sobre o solo seja do cientista Nikiforoff (1949), que proclamou o solo como “a pele da Terra”.

Surpreendentemente, não há muito solo no planeta, todavia, este é um dos mais importantes recursos naturais pelas suas funções cruciais para a vida na Terra (LINDBO et al., 2012).

O solo propriamente dito é a parte superior do manto de intemperismo constituído pela mistura de materiais inorgânicos e resíduos orgânicos parcialmente decompostos, que diferem grandemente de área para área, não só em quantidade (espessura de camada), mais também qualitativamente, em cores, texturas, consistências, estruturas, isso porque cada rocha se decompõem de uma forma própria (LEMOS & SANTOS, 1996; EMBRAPA, 2013).

Examinados a partir da superfície, os solos consistem seções aproximadamente paralelas, organizadas em camadas e, ou, horizontes que se distinguem do material de origem inicial, perceptíveis a partir da análise de sua morfologia (RESENDE et al., 1995).

De acordo com Lepsch (2002), a morfologia é definida como um ramo da ciência que estuda a forma de um objeto retratando-o com palavras e desenhos, sendo adotada pela maior parte das ciências naturais. Assim, a morfologia do solo consiste no estudo da sua aparência em seu ambiente natural, descrição dessa aparência segundo as características visíveis a olho nu, ou prontamente perceptíveis.

Diversas características são observadas na descrição morfológica de perfil, sendo que as principais são a cor, textura, estrutura, consistência, transição e espessura dos horizontes (JACOMINE, 1996; LEPSCH, 2002).

A cor do solo é a característica mais rapidamente percebida pela visão humana, é função dos diferentes materiais rochosos que formam o manto leitoso e degradado, o solo (Figura 1), sendo resultante do conjunto de raios refletidos pelos diversos materiais minerais e orgânicos com diferentes cores que constituem o referido solo (SANTOS et al., 2005). É um atributo que serve como referência obrigatória para a descrição morfológica dos perfis e estudos da pedologia, sendo comum a utilização de termos referentes a cores em vários sistemas de classificação de solos (BARRÓN et al., 2000).



Figura 1. Perfis de solo com diferentes cores. Fonte: EMBRAPA (2013).

Esta característica morfológica é um indicador da presença de óxidos de ferro (Fe), apresentando-se avermelhada ou amarelada, revelando a estimativa quantitativa destes minerais, dos teores de restos orgânicos decompostos em solos escuros, indicando solos que permanentemente tem excesso de água, evidenciado nos tons cinza-azulados, além disso, a cor fornece informações a respeito das condições pedogenéticas e de outros importantes atributos do solo (LEMOS & SANTOS, 1996; RESENDE et al., 2005).

Os solos podem se apresentar sob variadas cores, indo do claro ao mais escuro. Essa identificação é feita na Carta de Cores de Munsell (Figura 2), que é uma ferramenta utilizada na Pedologia e que consiste em um caderno com uma série de exemplos de cores relacionados cada um a um código de três números: Matiz, Valor e Cromo. O primeiro refere-se à relação entre os pigmentos de cor amarela e vermelha. O valor indica a proporção das cores branca e preta no solo, enquanto o Cromo menciona a contribuição do Matiz na coloração (RESENDE et al., 2002).

Para Lepsch (2002), muitos nomes populares de solos são dados em função das respectivas colorações, como por exemplo, “terra roxa”, “terra preta” e “terra vermelha”.

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (MUNSELL, 2000; EMBRAPA, 2013), a cor tem valor diagnóstico e configura como classe taxonômica no 2º nível categórico (subordem) na distinção de importantes classes de solos, como: Latossolos, Argissolos e Nitossolos.

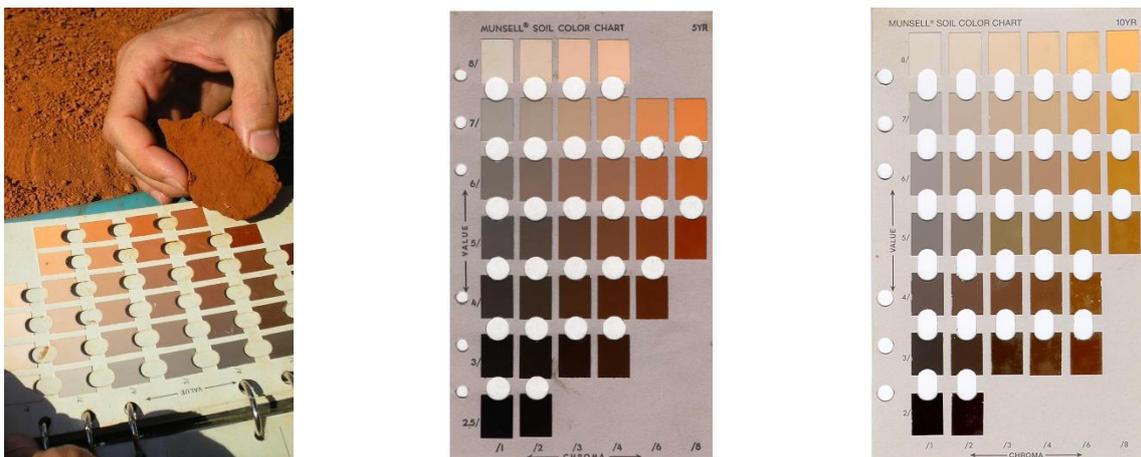


Figura 2. A Carta de Cores Munsell.

Com relação a textura, importa lembrar que os solos são formados em diferentes lugares e frequentemente refletem o grau de interação dos fatores de formação (rocha, clima, relevo, organismos e tempo). Assim, o solo pode ser descrito pela proporção de partículas primárias sólidas que contém. Essas partículas, dependendo do tamanho, podem ser classificadas como areia, silte e argila, e é conhecida como textura do solo.

As partículas de areia são as maiores variando de 0,05 a 2,00 mm de diâmetro; as partículas de silte variam de 0,002 a 0,05 mm e partículas de argila são menores que 0,002 mm. A textura comumente identifica os solos como arenosos, siltosos e argilosos ou solos de textura grossa, solos de textura média

e solos de textura fina, respectivamente. Existem triângulos para designar diversas classes texturais que são utilizados em classificação do solo (SAMPAIO, 1999).

A textura é uma das propriedades mais importantes de um solo e afeta muito a produção de culturas, estando diretamente relacionada à retenção de nutrientes e à capacidade de drenagem (BRADY & WEIL, 2007).

A determinação da textura é feita em campo, mediante maceração dos torrões do solo, mas a separação dos constituintes é realizada em laboratório, após o que a classificação textural segue a recomendação de acordo com os percentuais encontrados no triângulo textural (Figura 3).

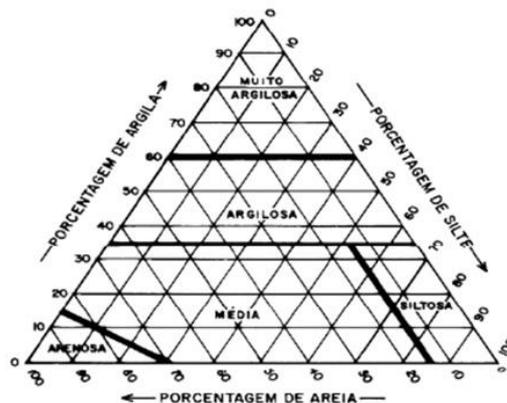


Figura 3. Triângulo de grupamento textural. Fonte: EMBRAPA (2006).

Ao possuir a capacidade de se transformar em matéria prima, o solo é convertido em formas diversas com base na imaginação do homem, que proporciona o milagre da transformação externando a enorme riqueza natural que nos serve de base para a vida. Conhecer suas características e potencialidades do solo permite às pessoas do campo e da cidade interagir, usar e manejar este recurso de maneira adequada.

Geotinta – tinta ecológica a base de terra

A arte pode ser a propulsora de novas leituras sobre o solo. Esta atividade artística sempre esteve presente em todas as formações culturais, desde o início da história da humanidade e o uso de pigmentos naturais, de resinas, de sangue, de cascas, sementes, terra, aparece nos diversos processos de criação artística (EÇA, 2010).

Ressalta-se que, a proposta também apresenta o viés da sustentabilidade que pode ser explorado na construção civil, tendência crescente no mercado, cujos postulados são observados e exigidos por diferentes atores sociais – governos, consumidores, investidores, associações – que alertam, estimulam e pressionam o setor da construção a incorporar essas práticas em suas atividades, seguindo os princípios da bioarquitetura, bioconstrução, permacultura e agroecologia (FELIX, 2004).

Considerando as múltiplas funções do solo, é possível entender que este recurso contribui para o bem-estar e desenvolvimento ambiental, econômico e social das comunidades. As práticas de pintura que usam o solo como pigmentos naturais, existem desde os primórdios da humanidade e seguem até os dias de hoje, sendo largamente utilizadas nos mais variados locais e, sobretudo no ambiente rural, mas é grande atrativo no mundo moderno das cidades grandes.

A ocorrência de diversas características morfológicas de diferenciação entre horizontes e camadas do solo pode ser explorada na perspectiva da Educação Ambiental, com ênfase na Educação em Solos (CAPECHE, 2010).

A partir da manipulação de diferentes tipos de solo, é possível trabalhar uma proposta inovadora: a tinta de terra, ou geotinta, ação de estímulo e inovação da aprendizagem, inserção social, valorização do saber local, resgate do sentimento de pertencimento das pessoas aos seus territórios. O uso da tinta de terra, pode ser igualmente fator de cidadania por se caracterizar como ecotecnologia social, assim, trabalhar o tema solos em sala de aula nas atividades artísticas, pelo uso da geotinta, tinta de terra, pode agregar possibilidades de empoderamento e autonomia.

Segundo Carvalho (2009), a atividade relacionada com os solos, desde a elaboração até a aplicação na arte, desenvolve o papel de um recurso didático excelente para apreensão dos conteúdos e permitem estabelecer conexões entre o uso do solo, como podemos conservá-lo ou então, como podemos fazer uso desse recurso natural, entendendo suas fragilidades e potencialidades. O autor informa que, o resgate

das técnicas de pinturas feitas com terra usando solos como pigmentos permitiu, só aqui no Brasil, a catalogação de mais de 40 cores básicas que podem ser inclusive misturadas entre si, resultando numa infinidade de cores e tons (Figura 4).



Figura 4. Vivências com a geotinta.

As tintas de terra são livres de COV'S - Compostos Orgânicos Voláteis - substâncias poluentes derivadas do petróleo que agredem a camada de ozônio. Não possui plastificante, portanto não cria película ou bolhas e permite a troca gasosa do substrato com o meio. Além disso, a geotinta é atóxica, inodora, apresenta cores resistentes que não desbotam e podem ser aplicadas em áreas internas ou externas, sobre substratos de cimento, cal, concreto, etc. A parede deve ser lixada para retirada da tinta anterior para criar a porosidade necessária para ancoragem da nova tinta (CARVALHO, 2007; ANGHINETTI, 2012).

Para realização das oficinas e vivências com tinta à base de terra, os solos podem ser coletados aproveitando-se barrancos ou trincheiras abertas ou alguma obra civil, como construções nas proximidades. Nesse momento é importante alertar os participantes para não provocar danos ao ambiente como, por exemplo, causar desbarrancamento, erosão ou acidentes com pessoas e animais (quedas do barranco ou em buracos deixados abertos no terreno). Outro ponto que deve ser apresentado, é que a proposta é sustentável, não degrada o ambiente, pois a coleta de solo é mínima, e o preparo não faz uso de material químico e não gera resíduo que seja descartado, poluindo ou contaminando o solo.

Depois de coletar o solo, deve ser colocado para secar para facilitar o destorroamento, o peneiramento e o armazenamento. A secagem pode ser feita ao ar livre. Como solo completamente seco, para destorroá-lo utiliza-se um barrote de madeira ou um utensílio da culinária conhecido popularmente como "pilão". É importante acondicionar o solo em recipientes limpos. A ideia é montar o banco de cores nas escolas ou comunidades, para que os visitantes tomem contato com a diversidade de cores e texturas do solo, na proposta pedagógica da atividade.

O preparo da tinta é um processo simples e envolve a mistura de 2 partes de solo peneirado, 2 partes de água e 1 parte de cola branca, mexendo bem com uma colher de madeira. Para pintar superfícies maiores, a mistura que tem sido testada com êxito, consta da cartilha do Projeto Cores da Terra (CARVALHO et al., 2007): para se fabricar, aproximadamente, 18 (dezoito) litros de tinta de terra, são necessários 8 kg (oito) de solo, 4 kg (quatro) de cola branca e 8 (oito) litros de água, mas é importante anotar que a quantidade de ingredientes varia em função da textura do solo, o qual pode exigir um pouco mais de água para a completa solubilização. Essa é uma relevante oportunidade para falar dessa característica morfológica do solo, permitindo reflexões sobre o quanto os solos se diferenciam e quais as implicações no trato com a terra.

A terra deve ser colocada no galão vazio, adicionando-se água aos poucos, entremeando com a cola, mexendo com as mãos, até que a mistura fique parecida com a consistência de uma vitamina. A tinta pronta pode ser armazenada em recipientes com tampa e cobertas com um pouco de água se não for ser usada logo. Antes do uso, é preciso misturar bem para obter boa homogeneização (Figura 5).



Figura 5. Passos da confecção da geotinta.

Para obter cores mais fortes, deve-se mergulhar o pincel até o fundo do recipiente, carregando o pincel com um pouco de solo. Ao pintar o papel ou papelão, não colocar muita tinta, evitando o encharcamento e o escorrimento da tinta para fora do desenho a ser pintado. Colocar a pintura para secar ao ar. Caso deseje mais rapidez na secagem, colocar ao sol ou usar um secador de cabelo, que também pode ser utilizado, por exemplo, em dias frios e chuvosos. Depois de pronta a pintura, caso se deseje um acabamento melhor, colocar uma moldura que pode ser de madeira, papel cartão, cartolina ou papelão

Vivências com a geotinta para popularizar o ensino de solos

As crianças se envolvem muito quando as atividades pedagógicas são realizadas de forma coletiva e no ambiente natural, sendo os resultados das intervenções bastante satisfatórios. De acordo com Oliveira (2004), sob o aspecto emocional, observar e adequar as atividades de sala ao ambiente, propicia a aceitação da própria natureza. Trabalhar com os elementos do ambiente natural, faz com que os sentidos se agucem, pois, nela tudo chama à observação e à atenção, principalmente das crianças, que sempre são atraídas pelo movimento, pelas cores, pelas formas, pelos cheiros.

As propostas que foram desenvolvidas em diferentes ambientes e que são apresentadas a seguir, basearam-se em práticas pedagógicas dialógicas e participativas, segundo os princípios do sócio construtivismo de Paulo Freire, que pretende a aprendizagem como resultante da interação do sujeito com o todo que o cerca, tornando o processo de troca de conhecimento mais significativo e prazeroso (FREIRE, 1983; ROSA, 1997).

Desenvolvendo atividades lúdicas para contextualizar a importância do solo, Freitas (2018) verificou durante uma oficina com tinta de terra para alunos do ensino Fundamental I que, os mesmos mostraram interesse e encantamento pela atividade, e que a prática pedagógica centrada na educação ambiental e educação em solos, realmente é uma importante ferramenta para popularização dos conceitos sobre esse valioso recurso ambiental e adoção de posturas proativas para o cuidado com a natureza.

Trabalhando conceitos sobre solos com alunos do ensino Fundamental, Sousa et al. (2014) afirmaram que, a arte da pintura com tinta de terra, estimulou o interesse dos educandos, possibilitando discussões relevantes sobre o tema e a valorização deste recurso natural fundamental à manutenção da vida. Da mesma forma, Carmo et al. (2014) também trabalharam com o ensino Fundamental II, avaliando a aplicabilidade da atividade da pintura com terra em uma escola do interior de Minas Gerais e afirmaram que, a atividade proporcionou a conscientização dos alunos sobre o solo e o meio ambiente.

O uso do solo estimula a criatividade e desperta novos olhares sobre o ambiente, como verificou Souza et al. (2017), ao inserirem a atividade de pintura com solo nas aulas sobre conservação ambiental. Segundo os autores os alunos se mostraram muito curiosos com o tema abordado, fazendo muitas intervenções e comentários durante a dinâmica de pintura com terra, que resultou em verdadeiras “obras de arte” que retratavam o conhecimento sobre a importância do solo no seu dia a dia.

No campo ou na cidade, as experiências que envolvem o trato com o solo exercem fascínio sobre os educandos. Foi o que perceberam Pagliarini et al. (2010), que também desenvolveram trabalhos

artísticos tendo o solo como base para a pintura numa escola de um assentamento, em Dourados-MS. Os pesquisadores concluíram que as atividades permitiram que as crianças, após participarem do projeto, apresentassem diferentes conceitos sobre o solo, tornando-se agentes de transformação em sua comunidade.

A metodologia da pintura com tinta de terra – geotinta – tem sido disseminada por diversos espaços da educação formal e não formal, sempre numa perspectiva holística de identificação do homem com a terra, resgatando o sentimento de pertencimento, respeito e afetividade das pessoas pela terra e permitindo maior reflexão sobre o solo abaixo dos nossos pés.

Nas escolas e comunidades rurais do território do Cariri paraibano, diagonal da seca, em pleno Semiárido do Estado da Paraíba, o uso de metodologias inovadoras para o ensino de solo teve início com as ações do Projeto Solo na Escola/UFCEG, em 2011, no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, onde foram estabelecidos o Espaço de Educação em Solos e o Ateliê da Geotinta para disseminação do processo artesanal de produção da tinta à base de terra. Desde então, inúmeras vivências e oficinas têm sido realizadas no sentido de divulgar as potencialidades não agrícolas do solo, como princípio para sensibilização da coletividade sobre a necessidade da conservação dos recursos edáficos.

Já foram realizadas diversas pesquisas a partir da implantação desses ambientes pedagógicos, trabalhando os conteúdos sobre solos em atividades teóricas, antes do início das oficinas práticas, considerando-se que a associação das duas metodologias, quando devidamente trabalhadas com elementos do cotidiano, desempenham importante papel no aprendizado dos conteúdos de solos, tornando-os mais compreensíveis.

Nas conversas mantidas com os jovens estudados, foi possível perceber também que com as palestras e a oficina de geotinta, eles redimensionaram de alguma maneira sua relação com o solo, quando sinalizam uma mudança de atitude frente às necessidades das comunidades onde vivem, ao demonstrar seu conhecimento com relação às práticas conduzidas na produção agrícola, e também quando, à partir da visita ao Ateliê da Geotinta, conseguiram demonstrar interesse para manifestarem-se nas suas possibilidades da vida profissional (Figura 6).

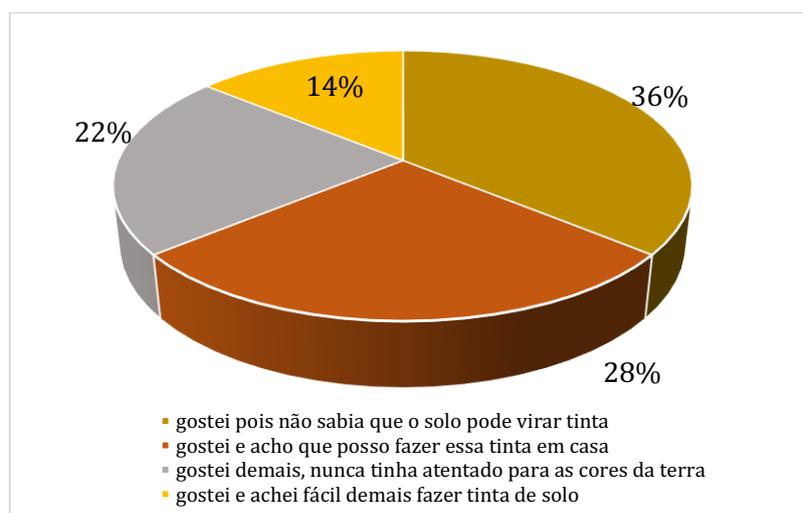


Figura 6. Percepção de estudantes da EJA sobre a geotinta.

Silva (2013) trabalhou com uma turma de Educação de Jovens e Adultos (EJA), usando terra como matéria-prima, manipulada artesanalmente, numa proposta sustentável. Os resultados evidenciaram o interesse desses atores sociais pela temática, ao perceber a possibilidade de atividade artesanal com geração de renda a partir da proposta de pintura com tinta de terra.

A mesma percepção teve Nascimento (2017) que, após a realização de uma oficina de pintura no Ateliê da Geotinta, também com uma turma de EJA, aplicou um questionário de avaliação e verificou que, 86% dos alunos demonstraram interesse em desenvolver atividades com a tinta de terra e que 79% apresentaram novos conceitos sobre o solo após a atividade, indicando que o uso dessa metodologia além de eficiente prática pedagógica para trabalhar aspectos ligados ao conhecimento dos recursos edáficos, situa-se como possibilidade de geração de renda.

Numa escola de um assentamento rural, no município de Sumé, foi desenvolvida uma proposta de enriquecer os conteúdos didáticos das disciplinas de Geografia e Ciência numa turma do 6º ano do Ensino Fundamental. As crianças pintaram em cartolina imagens de suas vivências e a produção foi exposta na escola para um momento de visita dos moradores (Figura 7). A autora percebeu no uso da tinta de terra um relevante instrumento de educação ambiental para dialogar sobre a conservação e as potencialidades do solo (SILVA, 2017).



Figura 7. Varal de exposição da produção de desenhos com geotinta. Fonte: Silva (2017).

Proposta para trabalhar conceitos sobre solos e conservação por meio do uso da tinta de terra já foram executadas em diversos espaços e com público diferenciado. A percepção dos participantes onde aconteceu cada uma das intervenções – escolas, comunidades rurais, associações e eventos científicos – evidenciam a relevância do uso da geotinta como proposta pedagógica para disseminar conceitos sobre o solo, criando uma relação de pertencimento, de identificação, de afetividade das pessoas pelo solo. Além da satisfação, do prazer em manusear o solo na confecção da geotinta, as práticas evidenciaram entendimento dos presentes quanto a importância do solo e o engajamento dos participantes, que se entretinham, gerando significação e sensibilizando a todos para o cuidado e manutenção dos espaços.

Na análise dos resultados, nas diferentes intervencções, foi percebido que os experimentos com a tinta de terra ajudaram a criar um clima de entusiasmo sobre os conteúdos abordados, de forma motivadora: a cor e a textura do solo chamavam a atenção dos presentes, que sempre traziam questionamentos importantes. Verificou-se, que as atividades propostas foram ferramentas metodológicas importantes que auxiliaram na aquisição dos conhecimentos científicos de forma eficaz e significativa, além disso, a convivência nas atividades com o solo permitiu que os presentes tivessem mais condições de se relacionar, facilitando a troca de saberes, permitindo a valorização dos conhecimentos, a ampliação das discussões sobre a importância do solo na vida de todos, indicando o desenvolvimento da empatia pelo solo.

Conclusão

Educar em solos é trabalhar agora para que todos tenhamos futuro. Foram apresentadas um conjunto de estudos de caso focados em questões ambientais relacionadas ao uso não agrícola do solo por meio de atividades lúdicas, que indicam que a arte é uma ferramenta que pode comunicar de maneira lúdica o complexo mundo do solo. A pintura do solo ofereceu aos participantes das oficinas (educandos e professores) uma oportunidade criativa e fascinante para descobrir as várias cores, propriedades e texturas dos solos.

A proposta de usar as atividades artísticas focadas em solos forneceu uma maneira diferente de disseminar conceitos e apreciar o solo, oferecendo aos participantes, novas formas de visualizar, interpretar e interagir com o solo, permitindo considerar que podem ser valiosas para a conservação do solo e esforços de conscientização do solo. Modelos de educação em solos devem ser adotados para ampliar as discussões sobre o cuidado com o solo nos diversos espaços da educação formal e não formal. É igualmente urgente o esforço para inserir nos livros didáticos conceitos mais expressivos sobre o solo, contextualizando com a realidade territorial para ajudar a corrigir o comportamento humano que tem resultado no uso insustentável do solo e na degradação dos serviços ecossistêmicos.

Os educandos puderam consolidar a sua aprendizagem sobre o conteúdo de solos em todos os momentos da prática da pesquisa, ou seja, desde a aula expositiva por ser aplicada de maneira

diferenciada com a qual estão habituados, e também pelas pessoas diferentes do seu cotidiano escolar que puderam responder às questões levantadas por algumas turmas com cunho mais aprofundado de conhecimento, que talvez o professor regente não daria conta de responder.

Informar e educar o público sobre a importância e as propriedades básicas dos solos também faz parte de materiais mais holísticos publicados sobre ecossistemas, onde o solo não é considerado individualmente como um todo separado, mas como parte de um ecossistema funcional.

Tanto a ciência quanto a arte são necessárias para elevar a consciência do solo. Somente quando a comunidade científica do solo for mais ampla, a proteção do solo se tornará mais relevante para o público em geral e para os tomadores de decisão.

Devemos ser capazes de convencer os políticos a adotar medidas pró-solo. Como os políticos devem tomar decisões com base nas necessidades das pessoas, os cidadãos precisam de uma educação adequada para os solos, não só a nível universitário, mas também nas escolas secundárias e primárias. É um dever contínuo convencer os cidadãos de que o chão sobre o qual eles andam, sobre o qual eles deixam seus resíduos, é uma das bases da vida nesta terra.

Referências

- ALVES, A. G. C.; MARQUES, J. G. W. Etnopedologia: uma nova disciplina? In: VIDAL-TORRADO, P. et al. Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. v.4, cap.8, p.321-344.
- AMARAL, A. E. E. H. B. do. A educação cósmica e a integração social. In: Congresso Brasileiro de Educação Montessoriana II. 1976, São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Educação Montessoriana, 2, 1980, São Paulo. Anais...São Paulo: Formar, 1980. p.473-486.
- ANGHINETTI, I. C. B. Tintas, suas propriedades e aplicações imobiliárias. Monografia (Especialização em Construção Civil). Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.
- BASAL H. A. Practical environmental education pre-school education. In: M. JOY (ed.), New Approaches to Early Childhood Development and Education. Turkey: Applied psychology Culture Publications, p.366-380. 2003.
- BUHAN, B. Pre-school teachers to investigate environmental awareness and environmental education at these schools. Unpublished master's thesis. Marmara University. Istanbul, Turkey. 2006.
- CAPECHE, C. L. Educação ambiental tendo o solo como material didático: pintura com tinta de solo e colagem de solo sobre superfícies. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010.
- CARVALHO, A. F.; GEANINI, F. de P. C.; HACKBARDT, G.; DUTRA, T. H. Cores da terra: fazendo tinta com terra! Viçosa: DPS, 2009.
- CARVALHO, A. F.; HONÓRIO, L. de M.; ALMEIDA, M. R. de; SANTOS, P. C. dos; QUIRINO, P. E. Cores da Terra: fazendo tinta com terra. Universidade Federal de Viçosa. Programa TEIA. Programa Cores da Terra. Viçosa, 2007.
- EÇA, T. T. P. de. Educação através da arte para um futuro sustentável. Cadernos Cedes, v.30, n.80, p.13-25, 2010.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro 2006. 306p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2013. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>.
- FÉLIX, U. Cidades sustentáveis e a Engenharia Urbano-Industrial. 61ª SOEAA Semana Oficial da Engenharia, Arquitetura e da Agronomia. São Luís, p.59-69, 2004.
- FELLER, C.; LANDA, E. R.; TOLAND, A.; WESSOLEK, G. Case studies of soil in art. SOIL, v.1, p.543-559, 2015.
- FREIRE, P. Educação como prática da liberdade. 20.ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1983. 157p.
- GRODZINSKA-JURZCAK, M.; STEPSKA, A.; NIESZPOREK, K.; BRYDA, G. Perception of environmental problems among pre-school children in Poland. Int. Res. Geographical Environ. Educ., v.15, n.1, p.62-76, 2006.
- LEPSCH, I. F. Formação e Conservação dos Solos. 2ª Edição, Editora: Oficina de Textos, 2007.
- LIMA, M. R. Noções de morfologia do solo. In: O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. UFPR – Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. Curitiba, 2007.

- LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. (Org.). O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Universidade Federal do Paraná. Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. Curitiba, 2009.
- LINDBO, D. L.; KOZLOWSKI, D. A.; ROBINSON, C. (Eds) Know Soil Know Life. Soil Science Society of America, 2012.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4.ed. v.1, Nova Odessa, SP: Plantarum, 2002. 368p.
- MONTESSORI, M. El método de la pedagogia científica – aplicado a la educación de la infância em la Casa de los niños. Traducción castellana de Juan Palau Vera. 3. ed. Barcelona: Casa Editorial Araluze, 1937.
- MORAES, M. S. L. Escola Montessori: um espaço de conquistas e redescobertas. 130f. Dissertação (Mestrado em Educação). Centro Universitário La Salle. Canoas, 2009.
- MORIN, E. A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2000.
- MUGGLER, C. C.; PINTO SOBRINHO, F. A.; MACHADO, V. A. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.30, p.733-744, 2006.
- MUNSELL. Munsell Soil Color Company. Munsell soil color charts, Baltimore, 2000. 1v. 117p.
- NIKIFOROFF, C. C. Weathering and soil evolution. Soil Scienc, v.67, p.219-230, 1949.
- NISHIJIMA, T. Água e solo. Apostila do curso de especialização em educação ambiental. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2006.
- PAGLIARINI, M. K.; PEIXOTO, P. P. P.; GORDIN, C. R. B.; SANTOS, A.M. dos; BRANDÃO NETO, J. F.; OLIVEIRA, E. R. de; RAMOS, M. B. M. Educação em solos em assentamento no Mato Grosso do Sul: vamos pôr as mãos na massa! In: Simpósio sobre Reforma Agrária e Assentamentos Rurais, 4, 2010, Brasília. Anais... Brasília, 2010.
- ROSA, S.S. Construtivismo e mudança. 5.ed. São Paulo, Cortez, 1997. 36p.
- SEBBA, R. The landscapes of childhood: The reflection of childhood's environment in adult memories and in children's attitudes. Environ. Behavior, v.23, n.4, p.395-422, 1991.
- SERRANO, M. A. Dispersão de *Albizia lebbbeck* (L.) Benth em área urbana - Cuiabá, MT. Revista Agricultura Tropical, Cuiabá, v.4, n.1, p.112-117, 2000.
- SILVA, A. L. da; VITAL, A. de F.; M.; TEIXEIRA, E. de O.; ARRUDA, O. de A.; RAFAEL, E. M.; ALENCAR, M. L. S. Pintura com terra no sítio: um novo olhar sobre os solos do Cariri Paraibano. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 8, 2013, Porto Alegre. Anais...Porto Alegre/RS, 2013.
- SILVA, A. L. da; SILVA, P. K. L.; SOUSA, M. M. S. P. de; SOUSA, J. B. de; RAMOS, D. de A.; VITAL, A. de F. M. Ensinando e pintando: a tinta com terra como ferramenta para valorização do solo. In: Simpósio Brasileiro de Educação em Solos: Solo, Ambiente e Sociedade: Cultivando Saberes e Vivências, 7, 2014. Anais... Recife: 2014.
- SILVA, A. P. da. Aprendendo, fazendo e colorindo a cidadania: uma nova perspectiva da economia solidária na EJA. IUEES. UFCG. Curso de Especialização em Educação de Jovens e Adultos com Ênfase em Economia Solidária no Semiárido Paraibano. Monografia. Campina Grande-PB, 2013.
- SILVA, E. L. da. Contextualização no Ensino de Química: Ideias e Proposições de um Grupo de Professores. São Paulo: 2007.
- SILVA, J. D. M. da. A geotinta na perspectiva da economia solidária: o solo no fortalecimento do protagonismo de estudantes de uma escola do campo. Monografia. (Curso de Especialização em Educação de Jovens e Adultos com Ênfase em Economia Solidária no Semiárido Paraibano). IUEES. UFCG. Campina Grande-PB, 2017.
- SOUSA, T. T. C. de; SOUSA, M. H. da S. de; SOUSA; M. M. S. P. de; VITAL, A. de F. M.; PEREIRA, J. W. Pintura com tinta de terra: o lúdico como proposta educativa nas aulas de geografia e Ciências. In: Congresso Nacional de Educação (CONEDU), 2014, Campina Grande. Anais...Campina Grande, 2014.
- SOUZA C. M.; OLIVERA, H. Interdisciplinaridade para além da filosofia do sujeito. São Paulo: Vozes, 2005.
- TOLEDO, V. D. Inclusão Social e Arte na educação não formal. In: Simpósio Internacional O Estado e as políticas educacionais no tempo presente, 7, 2013, Uberlândia. Anais...Universidade Federal de Uberlândia, 2013.
- TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. UNIrevista, v.1, n.2, 2006.
- TRIGUEIRO, A. Mundo sustentável 2: novos rumos para um planeta em crise. São Paulo: Globo. 2012.
- WILSON, R. A. Environmental education at the early childhood level. Washington, DC: North American Association for Environmental Education, 1994.

VARIABILIDADE ESPACIAL DAS FRAÇÕES PRIMÁRIAS E AGREGADOS DE SOLOS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Ana Cecília Novaes de Sá¹
Jussara Silva Dantas²
Ismênia Ribeiro de Oliveira³
Natanael Batista Pereira Alves⁴
Francisco Alves da Silva⁵

¹Universidade Federal de Campina Grande, ananovaes1@gmail.com

²Universidade Federal de Campina Grande, jussarasd@yahoo.com.br

³Universidade Federal do Maranhão, ismenia.ribeiro.oliveira@gmail.com

⁴Universidade Federal de Campina Grande, natan_b_p_a@gmail.com

⁵Universidade Federal de Campina Grande, chico.lis@hotmail.com

Introdução

O solo é parte integrante da paisagem, e sua distribuição na vertente está condicionada às variações topográficas e litológicas existentes na mesma. Quando a paisagem é analisada, pode-se encontrar uma relação entre os diferentes tipos de solos com as diferentes formas do relevo. Essa distribuição de solos na paisagem tem suas características e propriedades morfológicas (topografia) controladas pelo material de origem (rocha), pelas condições climáticas e pela declividade (ZAPAROLI & GASPARETTO, 2010), e, segundo Resende (2007), as diversas feições do relevo podem provocar variação nos atributos do solo, dependendo principalmente de um local específico da paisagem.

A região semiárida brasileira apresenta vasta variedade de paisagens, material de origem, relevo e clima que configuram diversos ambientes apresentando vários tipos de solos (JACOMINE, 1996). Em geral, esses solos são poucos desenvolvidos, devido aos fatores de formação de solos dessa região, e quando associados ao manejo inadequado torna-os susceptíveis aos processos de degradação, afetando os atributos do solo e causando efeitos na qualidade do mesmo, acarretando no aumento dos custos de produção e reduzindo a produtividade das culturas (SCHAEFER et al., 2002). No entanto, alguns atributos são mais sensíveis às mudanças que outros, destacando-se dentre estes, a estabilidade de agregados (LIMA et al., 2003, VASCONCELOS et al., 2010, VIEIRA et al., 2011, ALHO et al., 2014).

As diferentes práticas de manejo e sucessão de culturas promovem alterações nas propriedades do solo, podendo ser permanentes ou temporárias. Diante disso, a estabilidade dos agregados tem apresentado variação dependente do tipo de manejo do solo e das culturas (CAMPOS et al., 1999). A percepção das formas de uso e tipo de solo aliado ao conhecimento sobre a estabilidade de agregados fornece subsídios para o uso de técnicas e programas que tem por objetivo à exploração do solo de maneira sustentável (TERASSI et al., 2014).

A maneira como os atributos físicos se comportam em determinado solo pode ser monitorado pela distribuição espacial dos atributos (NETO et al., 2015). O conhecimento sobre a variabilidade espacial nos atributos físicos do solo é importante para que se possa minimizar os erros de amostragem e de manejo do solo (LIMA et al., 2007), além de influenciar no manejo a ser adotado.

Segundo Rozane et al. (2010), as alterações nos atributos do solo resultantes do uso e manejo inadequado do solo, são de grande importância para a escolha de sistemas que propõe minimizar as consequências geradas pelas atividades agrícolas, potencializando o uso das áreas e contribuindo para a qualidade das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Uma das formas de verificar alterações no comportamento dos atributos do solo é através da utilização de técnicas geoestatísticas (SOUZA et al., 2006), essas técnicas fornecem a exatidão dos pontos trabalhados, sendo possível o desenvolvimento de esquemas de amostragem mais adequados, além de subsidiar um correto planejamento das atividades a serem realizadas.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a variabilidade espacial das frações granulométricas, bem como avaliar o grau de estabilidade de seus agregados, utilizando métodos geoestatísticos a fim de fornecer subsídios para um correto planejamento experimental em solos do Semiárido Paraibano.

Material e Métodos

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), mesorregião do Sertão Paraibano e microrregião de Sousa, no município de São Domingos – Paraíba. O clima, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo tropical semiárido (Bsh), com temperatura média anual superior a 26,7°C e precipitação pluviométrica média anual de 872mm. Apresenta altitudes variando de 180 a 270 m com relevo ondulado a suave ondulado, a vegetação característica é a caatinga hiperxerófila, com predominância dos Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos e Vertissolos (AESAs, 2016).

Foram delimitadas 2 malhas de amostragem com espaçamento regular para a coleta dos pontos de 15 metros, sendo 80 pontos por área, totalizando 160 pontos, uma malha em área de fruticultura, inserida em um Neossolo, e a segunda malha em área de olericultura sob Vertissolo. A coleta das amostras foi realizada segundo o grid (Figura 1), apresentando os pontos de coleta de cada área.



Figura 1. Grid representativo dos pontos de coleta de cada área.

Foram coletadas amostras deformadas do solo na profundidade de 0 - 20cm, para análise granulométrica e amostras em forma de torrões para análise da estabilidade dos agregados, posteriormente as amostras foram conduzidas ao laboratório de Solos e Nutrição de Plantas UFCG/CCTA para a realização das análises. As amostras coletadas foram submetidas à análise física do solo, sendo determinadas as frações granulométricas do solo (Figura 2C), estabilidade de agregados (Figura 2D), além da análise da estatística descritiva dos atributos físicos e caracterização da variabilidade espacial desses atributos.



Figura 2. Área da coleta (A); Coleta das amostras (B); Análise das frações granulométricas (C); Análise da estabilidade de agregados (D).

As amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2mm e, subsequente, foram submetidas para a análise dos atributos físicos do solo. A determinação dos teores de argila total (AT), areia muito grossa (AMG), areia grossa (AG), areia média (AM), areia fina (AF), areia muito fina (AMF) e silte (ST) foram realizadas a partir de amostras deformadas e teve como procedimento a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997), que se baseia no uso do método da pipeta para a separação de argila, sendo indispensável a utilização de NaOH 0,1 mol L⁻¹ como dispersante químico e realização da agitação de 15min com aparato de baixa rotação.

O mesmo procedimento foi realizado, sendo que o dispersante químico foi substituído por água deionizada, com o objetivo de se obter valores de argila, areia e silte dispersos em água. Os valores da argila total (AT) e argila dispersa em água (ADA) foram utilizados para determinação do índice de floculação (IF) que informa sobre o grau de estabilidade dos agregados, de acordo com a EMBRAPA (1997) (Equação 1).

$$IF = [(AT-ADA/AT) \times 100] \quad (1)$$

Valores granulométricos determinados com o uso do dispersante químico também foram utilizados para o cálculo das variáveis granulométricas M e diâmetro médio da partícula (DMP) e REL, que é o resultado das equações 2, 3 e 4 respectivamente:

$$M = \{[(ST+AMF)+(AMG+AG+AM+AF)] \times (ST+AMF)\} \quad (2)$$

$$DMP = \sum (C_i P_i) \quad (3)$$

Sendo: C_i = centro da classe textural i, expresso em mm; P_i = proporção de ocorrência da classe textural i, expressa em %.

$$REL = MO / (AMG+AG+AM+AF) \quad (4)$$

A estabilidade de agregados via úmida foi determinada utilizando 25g de solo que foi pré-umedecida, conforme o princípio de umedecimento lento, descrito por Kemper e Chepil (1965), sendo mantidas em repouso por 10 min. Em seguida, para a separação e estabilidade dos agregados foram determinadas com modificação nas classes de diâmetros: 2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,105 mm (KEMPER & CHEPIL, 1965). Os agregados foram colocados em contato com a água sobre a peneira de 2,0 mm e submetidos à agitação vertical em aparelho Yoder por 15 min, o material retido em cada peneira foi colocado em estufa a 105°C por 24h para posterior pesagem (OLIVEIRA et al., 2013). A partir dos valores das massas de cada amostra, calcularam-se o DMP (diâmetro médio ponderado) e DMG (diâmetro médio geométrico).

A estatística descritiva (média, mediana, mínimo, máximo, coeficiente de variação, assimetria e curtose) dos valores observados do DMG e DMP, foi realizada com o objetivo de obter informações para identificar tendência, dispersão e forma de distribuição dos dados (BOURGAULT et al., 1997). Para verificar a hipótese de normalidade dos dados com o teste de Kolmogorov-Smirnov, a nível de 5% de probabilidade. O coeficiente de variação (CV) foi classificado de acordo com o critério de Warrick e Nielsen (1980) em que o CV < 12% é classificado como baixo, 12 a 60% médio e acima de 60% considerado alto.

Após a análise estatística, foi realizada a análise geoestatística das frações granulométricas e da estabilidade de agregados. Estas análises foram desenvolvidas utilizando os programas WinGslib (DEUTSCH & JOURNAL, 1998), Surfer v.11 (SURFER, 1999), GS+ versão 9 (GAMMA DESIGN SOFTWARE, 2008), e R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010).

A modelagem do semivariograma experimental, seguiu os princípios estabelecidos pela hipótese intrínseca (ISAAKS & SRIVASTAVA, 1989), para identificar a variabilidade espacial dos atributos do solo. Para determinar o semivariograma experimental foi calculado a variância em razão da distância de separação entre amostras por meio da equação 5.

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad (5)$$

Em que: $\hat{\gamma}(h)$ é a semivariância experimental para uma distância de separação h , $z(x_i)$ é o valor da propriedade no ponto i , e $N(h)$ é o número de pares de pontos separados pela distância h .

Conforme o ajuste do modelo matemático, com os valores calculados de $\hat{\gamma}(h)$ foram definidos os parâmetros do modelo teórico para o semivariograma (o efeito pepita, C_0 ; variância estrutural, C_1 ; patamar, $C_0 + C_1$ e o alcance, a). O efeito pepita é o valor da semivariância para distância zero e representa o componente da variação ao acaso; o patamar é o valor da semivariância em que a curva estabiliza sobre um valor constante; o alcance é a distância da origem até onde o patamar atinge valores estáveis, expressando a distância além da qual as amostras não são correlacionadas.

A escolha dos modelos teóricos dos semivariogramas e o ajuste dos seus parâmetros foi definida observando o melhor coeficiente de correlação obtidos pela técnica de validação cruzada e o maior coeficiente de determinação (R^2), sendo os valores de R^2 mais próximos de 1 aqueles que caracterizam o modelo mais eficiente para expressar o fenômeno estudado. A classificação do grau de dependência espacial (GDE) foi feita com base na razão entre o efeito pepita e o patamar ($C_0/C_0 + C_1$), sendo considerada fraca para GDE > 75%, moderada para GDE entre 25 e 75% e forte para GDE < 25% (CAMBARDELLA et al., 1994).

Após a modelagem dos semivariogramas, foi utilizada a técnica krigagem ordinária (KO) para a interpolação de valores em locais não mostrados. Essa técnica é baseada em uma média móvel ponderada das amostras vizinhas, obtida pela equação 6.

$$\hat{z}(x_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i z(x_i), \text{ com } \sum_{i=1}^N \lambda_i = 1, \quad (6)$$

Onde: $\hat{z}(x_0)$ é o valor estimado no ponto 0; N é o número de valores utilizados na estimação; λ é o peso associado a cada valor observado, e $z(x_i)$ é o valor observado no ponto i .

Os pesos (λ_i) de cada vizinho são determinados utilizando o modelo de semivariograma ajustado, resultando em uma estimativa de variância mínima (SOARES, 2006).

Resultados e Discussão

Os resultados da análise estatística descritiva para a textura do solo na profundidade de 0 a 20 cm constam na Tabela 1. O teste de Kolmogorov-Smirnov indicou normalidade apenas para os dados do silte no Neossolo. Apesar da normalidade dos dados não ser uma exigência da geoestatística, pois em dados obtidos da natureza, a distribuição normal é apenas aproximada, o importante é que a distribuição não se apresente muito alongada, o que poderia comprometer as estimativas da krigagem, as quais são baseadas nos valores médios (LIMA et al., 2015). Os coeficientes de assimetria (Ass.) dos atributos de textura apresentaram valores moderados ($0,15 < |Ass.| < 1$) no Neossolo e valores altos ($1 < |Ass.|$) para o Vertissolo, porém observa-se que os valores de média e mediana destes atributos são próximos, o que evidencia que a distribuição tende a ser simétrica, uma vez que em uma distribuição simétrica os valores da média e mediana são coincidentes.

De acordo com o critério de classificação para o coeficiente de variação (CV), proposto por Warrick e Nielsen (1980), verificou-se que todos os atributos analisados, em ambas os solos, apresentaram média variabilidade ($12 \leq CV \leq 62\%$). Santos et al. (2012), estudando os atributos físicos de um Neossolo flúvico encontraram CV para os elementos texturais que corroboram com este trabalho.

Tabela 1. Estatística descritiva da areia total, silte e Argila para Vertissolo e Neossolo

Atributo	N	Média	Mediana	CV	Mín.	Máx.	Ass.	Curt.	P-value
Vertissolo									
Areia Total (g.Kg ⁻¹)	80	690,1	721,5	14,97	362	824	-1,63	2,33	<0,005
Silte (g.Kg ⁻¹)	80	219,5	201,5	30,25	130	417	1,31	1,39	<0,005
Argila (g.Kg ⁻¹)	80	84,9	76,6	44,07	44	223	1,26	1,83	<0,005
Neossolo									
Areia Total (g.Kg ⁻¹)	80	667,4	674,0	23,9	338	942	-0,36	-0,84	<0,005
Silte* (g.Kg ⁻¹)	80	230,6	238,0	50,5	20	575	0,38	-0,30	0,049
Argila (g.Kg ⁻¹)	80	103,7	96,5	47,9	34	219	0,76	-0,41	<0,005

CV= Coeficiente de variação (%); Mín= Mínimo; Máx= Máximo; Ass.= Coeficiente de assimetria; Curt.= Coeficiente de curtose; P-value para o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov a nível de 5% de significância; (*) Variável com distribuição normal.

Após a realização da estatística descritiva dos dados, os semivariogramas experimentais (Tabela 2) foram construídos e ajustados ao modelo esférico com coeficiente de determinação (R^2) acima de 0,90, assim, no mínimo 90% da variabilidade existente nos valores da semivariância estimada são explicadas pelos modelos ajustados (CAMPOS et al., 2007). O modelo tipo esférico tem sido destacado por outros autores como o de melhor ajuste para os parâmetros do solo e da planta (SIQUEIRA, 2009; CAMBARDELLA et al., 1994; CARVALHO et al., 2002). Todos os atributos do Vertissolo apresentaram GDE (grau de dependência espacial forte), semelhante aos resultados obtidos por Mendes et al. (2008) ao analisar a variabilidade da textura de um Vertissolo hidromórfico. Os atributos do Neossolo apresentaram GDE moderado, estes resultados corroborando com os resultados obtidos por Santos et al. (2012) ao analisar a textura de um Neossolo lítico.

O alcance da dependência espacial é um parâmetro importante no semivariograma, uma vez que indica a zona de influência de uma amostra, ou seja, define a distância máxima até onde o valor de uma variável possui relação de dependência espacial com seus vizinhos (SANTOS et al., 2012). Os atributos apresentaram valores de alcances próximos, o que indica que a textura nos dois solos analisados apresentou variabilidade semelhante. Souza et al. (2008) encontraram alcances para os elementos texturais próximos aos obtidos neste estudo.

Tabela 2. Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas experimentais para os atributos areia total, silte e argila, para Vertissolo e Neossolo

Atributo	Modelo	C ₀	C ₀ +C ₁	Alcance	GDE (%)	R ²
Vertissolo						
Areia Total	Esférico	160,13	9232	77,30	1,73	0,98
Silte	Esférico	432,52	3914	70,42	11,05	0,97
Argila	Esférico	74,33	1233	78,90	6,02	0,95
Neossolo						
Areia Total	Esférico	8239,70	27650	77,77	29,80	0,99
Silte	Esférico	5020,00	13970	70,80	35,94	0,97
Argila	Esférico	790,26	2363	67,9	33,44	0,89

C₀= Efeito pepita; C₀+C₁= Patamar; GDE= Grau de Dependência Espacial (C₀/(C₀+C₁)*100; R²= Coeficiente de determinação.

Conhecendo-se o semivariograma da variável e sua estrutura de dependência espacial, foi realizada a interpolação de valores em qualquer ponto na área de estudo, por meio da técnica krigagem ordinária (Figura 3). Os teores dos atributos nos diferentes solos são próximos, porém registra-se maiores teores de areia na área do neossolo (B), já que se trata de um solo no início de formação. Esses resultados também foram encontrados por Leão et al. (2010). Enquanto que os teores de silte e argila são maiores na área de vertissolo, por se tratar de um solo com maior intemperização, em relação ao neossolo.

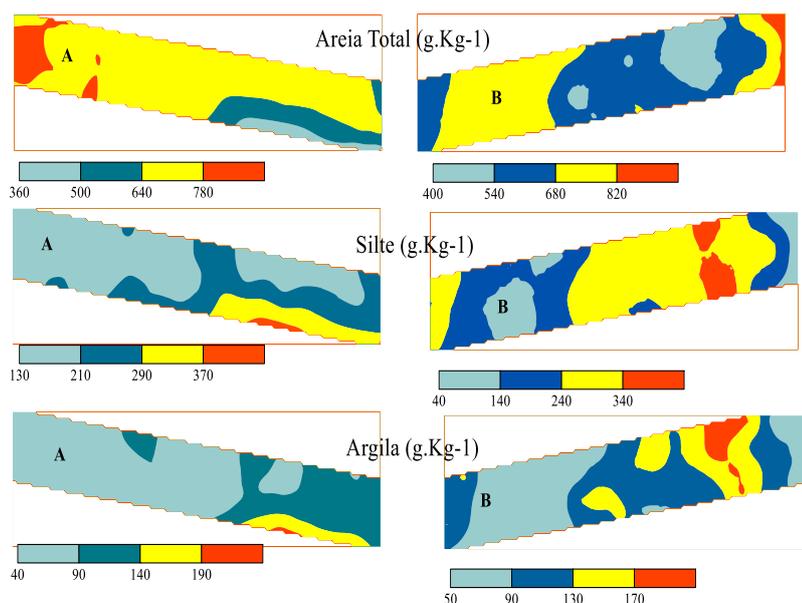


Figura 3. Krigagem de areia total, silte e argila, nos tipos de solo Vertissolo (A) e Neossolo (B).

Os resultados referentes à estatística descritiva são apresentados na Tabela 3. Conforme o teste de Kolmogorov-Smirnov indicou normalidade dos dados apenas para o DMG em ambos os solos. Embora a normalidade dos dados não seja uma exigência para a aplicação de técnicas geoestatísticas, pois em dados obtidos da natureza a distribuição normal é apenas aproximada. Porém é recomendado que a distribuição não apresente caudas muito longas para não comprometer as análises, uma vez que as estimativas por krigagem apresentam melhores resultados quando a normalidade dos dados é satisfeita (CARVALHO et al., 2010; CRUZ et al., 2011).

Os coeficientes de assimetria (Ass.) (Tabela 3) apresentaram valores moderados ($0,15 < |Ass.| < 1$) para o DMG e valores altos para o DMP ($1 < |Ass.|$) nos dois solos estudados (CRESPO, 2002), porém observa-se que os valores de média e mediana do DMG e DMP, nos dois solos, são próximos, o que evidencia que a distribuição tende a ser simétrica, uma vez que em uma distribuição simétrica os valores da média e mediana são coincidentes. De acordo com a classificação proposta por Warrick e Nielsen (1980), os atributos DMG em ambos os solos e o DMP no Neossolo, apresentaram média variabilidade e o DMP no Vertissolo apresentou baixa variabilidade. Neto et al. (2015) ao analisarem um Neossolo encontraram CV para DMG próximo ao observado neste trabalho.

Tabela 3. Estatística descritiva do diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP) em um Neossolo e um Vertissolo

Atributo	Média	Mediana	CV	Mín.	Máx.	Ass.	Curt.	P-value
Neossolo								
DMG*(mm)	2,77	2,80	39,00	0,56	4,74	-0,15	-0,90	0,096
DMP(mm)	3,89	4,41	21,24	1,03	4,81	-1,44	2,24	<0,005
Vertissolo								
DMG*(mm)	3,47	3,55	23,29	1,51	4,74	-0,50	-0,68	0,007
DMP (mm)	4,42	4,49	8,61	3,10	4,94	-1,20	1,14	<0,005

DP= Desvio-padrão; CV= Coeficiente de variação (%); Mín= Mínimo; Máx= Máximo; Ass.= Coeficiente de assimetria; Curt.= Coeficiente de curtose; P-value para o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov a nível de 5% de significância; (*) Variável com distribuição normal.

O DMG representa uma estimativa do tamanho da classe de agregados de maior ocorrência, enquanto o DMP representa a proporção de agregados de maior tamanho, indicando que quanto maior o índice de DMP maior será a proporção da classe de agregados de maior tamanho (HICKMANN et al., 2011). Assim, o DMG pode ser considerado um parâmetro mais preciso para representar a agregação do solo e o DMP considerado um índice que traduz a estabilidade dos agregados de toda a amostra (DUFRANC et al., 2004). No Neossolo (Tabela 3), os valores de DMG variaram de 0,56 a 4,74 mm, com

média de 2,77 mm, já para DMP, a variação foi de 1,03 a 4,81 mm, com média de 3,89 mm. No Vertissolo os valores de DMG variaram de 1,51 a 4,74 mm, com média de 3,47 mm, para DMP, a variação foi de 3,1 a 4,94 mm, com média de 4,42 mm. Neto et al. (2015) estudando Neossolo Litólico Eutrófico encontrou média de 1,37 mm para DMG. Junqueira et al. (2010) estudando área de pastagem e de mata em um Neossolo Quartzarênico, obteve na pastagem médias de DMG e DMP de 2,43 e 2,57 mm e na mata de 2,08 e 2,27 mm, respectivamente.

Os parâmetros estimados dos semivariogramas experimentais estão apresentados na Tabela 4. Conforme a classificação de Cambardella et al. (1994) os atributos DMG e DMP apresentaram grau de dependência espacial (GDE) moderado nas duas áreas estudadas. Os semivariogramas foram ajustados ao modelo esférico, sendo este modelo o mais utilizado para descrever o comportamento de atributos do solo (CAMBARDELLA et al., 1994). O alcance representa a distância em que os pontos amostrais estão correlacionados espacialmente entre si. O que indica que as localizações dos pontos numa área de raio igual ao alcance são mais homogêneas entre si. Os atributos DMG e DMP apresentam maiores valores de alcance no Neossolo, indicando que estes atributos apresentam menor variabilidade neste solo.

Tabela 4. Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas experimentais para os atributos diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP) em um Neossolo e um Vertissolo

Atributo	Modelo	C ₀	C ₀ +C ₁	Alcance	GDE (%)	R ²
Neossolo						
DMG	Esférico	0,48	1,64	43,00	33,27	0,918
DMP	Esférico	0,26	0,67	43,82	38,48	0,918
Vertissolo						
DMG	Esférico	0,30	0,64	31,41	48,02	0,82
DMP	Esférico	0,07	0,14	28,96	55,12	0,73

C₀= Efeito pepita; C₀+C₁= Patamar; GDE= Grau de Dependência Espacial (C₀/(C₀+C₁)*100; R²= Coeficiente de Determinação.

A partir da análise visual dos mapas de krigagem (Figura 4), pode-se observar que o DMP e o DMG apresentaram valores mais altos no Vertissolo do que no Neossolo, esse resultado pode estar atrelado ao fato de que, os Vertissolos apresentam maiores teores de argila em relação aos Neossolos, e conseqüentemente, maior estabilidade de agregados. O DMG e o DMP apresentam maior variabilidade espacial no Vertissolo. Os Vertissolos apresentam no mínimo 30% de argila, sendo esta, responsável pela elevada capacidade de contração quando secos e expansão quando úmidos (SILVA et al., 2009). Na fração argila desses solos, predominam o grupo dos argilominerais 2:1, constituídos de duas lâminas de silício e uma de alumínio em cada camada, sendo a substituição isomórfica uma das principais características (VIEIRA et al., 2007), responsáveis pela quantidade de cargas elétricas permanentes, ocasionando contração e expansão, o que influencia uma alta estabilidade dos agregados quando secos e uma alta dispersão quando úmido. Essa dispersão relaciona-se ao menor tamanho de suas partículas e a maior quantidade de cargas elétricas, o que ocasiona forças repulsivas entre partículas, ocasionando a fragmentação dos agregados, o que explica uma maior variabilidade espacial neste solo.

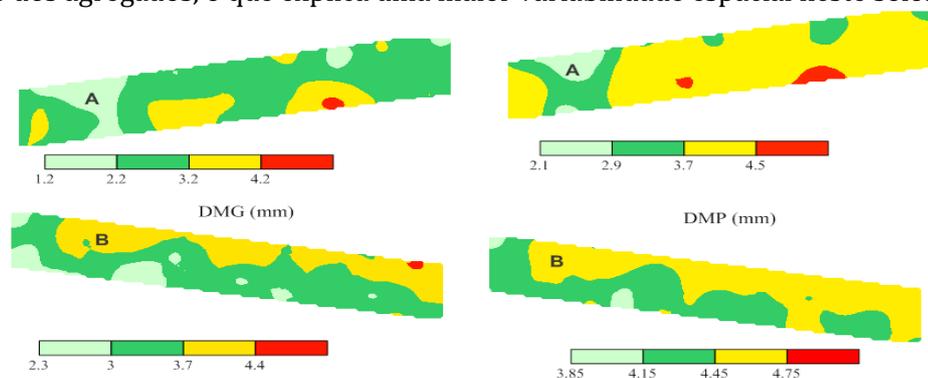


Figura 4. Krigagem do diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP) em um Neossolo (A) e um Vertissolo (B).

Conclusão

Os atributos areia total, silte e argila apresentaram dependência espacial no Vertissolo e no Neossolo.

Os atributos DMG e DMP apresentaram dependência espacial no Vertissolo e no Neossolo.

O Vertissolo apresentou maior variabilidade espacial tanto para o DMG quanto para o DMP quando comparado ao Neossolo.

Referências

- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br>. Acesso em: 18 de maio de 2016.
- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.1099-1108, 2007.
- BOURGAULT, G.; JOURNEL, A. G.; RHOADES, J. D.; CORWIN, D. L.; LESCHG, S. M. Geostatistical analysis of a soil salinity data set. *Adv. Agron.*, v.58, p.241-292, 1997.
- CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L. R. F. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba: ESALQ, 1997. 132p.
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal*, v.58, p.1501-1511, 1994.
- CAMPOS, B. C.; REINERT, D. J.; NICOLODI, R.; CASSOL, L. C. Dinâmica da agregação induzida pelo uso de plantas de inverno para cobertura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, p.383-391, 1999.
- CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, C.; PEREIRA, G. T.; MONTANARI, R.; SIQUEIRA, D. S. Variabilidade espacial da textura de solos de diferentes materiais de origem em Pereira Barreto, SP. *Revista Ciências Agrárias*, v.38, n.2, p.149-157, 2007.
- CARVALHO, S. R. L.; VILAS BOAS, G. S.; FADIGAS, F. S. Variabilidade espacial de atributos físicos e químicos em solos originados nos sedimentos da formação Barreiras. *Cadernos de Geociências*, v.7, n.2, p.63-79, 2010.
- CRESPO, A. A. *Estatística fácil*. 17 ed. São Paulo: Saraiva, 2002.
- CRUZ, J. S.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; MATIAS, S. S. R.; CAMACHO-TAMAYO, J. H. Spatial variability of na Alfisol cultivated with sugarcane. *Ciencia e Investigación Agraria*, v.38, n.1, p.155-164, 2011.
- DEUTSCH, C. V.; JOURNEL, A. G. *GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide*, New York: Oxford University Press, p.369, 1998.
- DUFRANC, G.; DECHEN, S. C. F.; FREITAS, S. S.; CAMARGO, O. A. Atributos físicos, químicos e biológicos relacionados com a estabilidade de agregados de dois latossolos em plantio direto no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.505-517, 2004.
- EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2 ed. 1997. 212p.
- GAMMA DESIGN SOFTWARE. *GS+: Geostatistics for the environmental Sciences*. Gamma Design Software. Michigan: Plainwell, 2008.
- HICKMANN, C.; COSTA, L. M.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FERNANDES, R. B. A. Morfologia e estabilidade de agregados superficiais de um argissolo vermelho-amarelo sob diferentes manejos de longa duração e mata atlântica secundária. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.2191-2198, 2011.
- ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. *An introduction to applied geostatistics*. Oxford, Oxford University Press, 1989. 592p.
- JACOMINE, P. K. T. Solos sob Caatinga: características e uso agrícola. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa, MG: SBCS, p.95-133, 1996.
- JUNQUEIRA, K. R.; CORRECHEL, V.; CUSTÓDIO FILHO, R. O.; SANTOS, F. C. V. JUNQUEIRA, M. F. R. Estabilidade de agregados de um neossolo quartzarênico sob pastagem e mata em Baliza-GO. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, v.6, n.10, p.1, 2010.
- KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C. A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.449-510.
- LEÃO, M. G. A.; MARQUES JÚNIOR, J.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial da textura de um Latossolo sob cultivo de citros. *Ciênc. Agrotec.*, v.34, n.1, p.121-131, 2010.
- LIMA, C. L. R.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. S.; SILVA, J. B. Estabilidade de agregados de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, n.1, p.199-205, 2003.

- LIMA, F. V.; SILVINO, G. S.; MELO, R. S. S.; LIRA, E.; RIBEIRO, T. S. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em área de encosta sob processo de degradação. *Revista Caatinga*, v.28, n.4, p.53-63, 2015.
- LIMA, J. S. S.; OLIVEIRA, R. B.; QUARTEZANI, W. Z. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob cultivo de pimenta-do-reino. *Eng. Agric.*, v.15, p.290-298, 2007.
- MENDES, A. M. S.; FONTES, R. L. F.; OLIVEIRA, M. Variabilidade espacial da textura de dois solos do Deserto Salino, no Estado do Rio Grande do Norte. *Revista de Ciências Agrárias*, v.39, n.01, p.19-27, 2008.
- NETO, F. C. C.; SAMPAIO, F. M. T.; VELOSO, M. E. C.; MATIAS, S. S. R.; ANDRADE, F. R.; LOBATO, M. G. R. Variabilidade espacial dos agregados e carbono orgânico total em Neossolo Litólico Eutrófico no município de Gilbués, PI. *Revista de Ciências Agrárias*, v.58, n.1, p.75-83, 2015.
- OLIVEIRA, I. A.; CAMPOS, M. C. C.; SOARES, M. D. R.; AQUINO R. E.; MARQUES JÚNIOR, J.; NASCIMENTO, E. P. Variabilidade espacial de atributos físicos em um Cambissolo Háplico, sob diferentes usos na Região Sul do Amazonas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37, p.1103-1112, 2013.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2010. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 10/06/2016.
- RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S. B.; CORREA, G. F. *Pedologia: Base para distinção de ambientes*. 5. ed. rev. Lavras-MG, Editora UFLA, 2007. 322p.
- ROZANE, D. E.; CENTURION, J. F.; ROMUALDO, L. M.; TANIGUCHI, C. A. K.; TRABUCO, M.; ALVES, A. U. Estoque de carbono e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho Distrófico sob diferentes manejos. *Bioscience Journal*, v.26, n.1, p.24-32, 2010.
- SURFER. Realese 7.0. Contouring and 3Dsurface mapping for scientist s engineers. User s Guide. New York: Golden software, 1999. 619p.
- SANTOS, K. S.; MONTENEGRO, A. A. A.; ALMEIDA, B. G.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ANDRADE, T. S.; FONTES JÚNIOR, R. V. P. Variabilidade espacial de atributos físicos em solos de vale aluvial no semiárido de Pernambuco. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.16, n.8, p.828-835, 2012.
- SCHAEFER, C. E. R.; SILVA, D. D.; PAIVA, K. W. N.; PRUSKI, F. F.; FILHO, M. R. A.; ALBUQUERQUE, M. A. Perdas de solo, nutrientes, matéria orgânica e efeitos microestruturais em Argissolo Vermelho-Amarelo sob chuva simulada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.5, p.669-678, 2002.
- SCHOSSLER, T. R.; SANTOS, I. L.; ALENCAR, V. S.; SANTOS, G. G.; ANDRADE, F. R.; MARCHÃO, R. L. Estabilidade e atributos físicos de Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado piauiense. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 34, 2013, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2013.
- SOARES, A. *Geoestatística para ciências da terra e do ambiente*. 2.ed. Lisboa, IST Press, 2006. 214p.
- SILVA, F. M.; CHAVES, M. S.; LIMA, Z. M. C. *Geografia Física II: Classificação e tipos de solos do Brasil e do estado do Rio Grande do Norte*. Natal, RN: EDUFRN, 240p. 2009.
- SIQUEIRA, G. M. Medida de la conductividad eléctrica aparente del suelo por inducción electromagnética y variabilidad espacial de propiedades físicas y químicas del Suelo. p.181. Tese (doutorado). Universidade de Santiago de Compostela. Santiago, 2009.
- SOUZA, E. R.; MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SANTOS, T. E. M.; ANDRADE, S. T.; PEDROSA, E. R. Variabilidade Espacial das Frações Granulométricas e da Salinidade em um Neossolo Flúvico do Semi-Árido. *Ciência Rural*, v.38, n.2, 2008.
- SOUZA, Z. M.; JÚNIOR, J. M.; PEREIRA, G. T.; MONTANARI, R. Otimização amostral de atributos de latossolos considerando aspectos solo-relevo. *Ciência Rural*, v.36, n.3, p.829-836, 2006.
- TERASSI, P. M. B.; SILVEIRA, H.; BONIFÁCIO, C. M. Variação da estabilidade de agregados e as suas relações com a vulnerabilidade dos solos ao longo de uma vertente na região noroeste do Paraná. *Boletim de Geografia*, v.32, n.1, p.166-176, 2014.
- VIEIRA D. A.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BARROS, C. A. P.; MENTGES, M. I.; HILBIG, V. S.; ROSA, D. P. Resistência tênsil de agregados de solos com argilominerais 2:1. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 31, Gramado...Anais. Gramado-RS, 2007.
- WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties the soil. In: HILL, D. (ed.). *Applications of soil physics*. New York: Academic Press, 1980. p.319-344.
- ZAPAROLI, F. C. M.; GASPARETTO, N. V. L. Distribuição de solos e sua relação com o relevo em uma vertente no municio de Florai-PR. *Boletim de Geografia*, v.28, p.49-63, 2010.

Curriculum dos Organizadores

Paulo Roberto Megna Francisco: Pós Doutor em Ciência do Solo pela UFPB. Doutor em Engenharia Agrícola – Irrigação e Drenagem pela UFCG. Mestre em Manejo de Solo e Água pelo CCA/UFPB. Graduado pela UNESP como Tecnólogo Agrícola com especialização em Mecanização. Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UEPA. Participa de Projetos de Pesquisa e Extensão juntamente com a EMBRAPA-Algodão, UFPB-Campus João Pessoa, UFCG-Campus Sumé, IFPB-Campus Campina Grande e Campus Picuí. Ministrou as disciplinas de Mecanização Agrícola, Máquinas e Motores Agrozootécnicos e Máquinas e Motores Agrícolas no CCA/UFPB. Atualmente presta consultoria para o INCRA/PB na realização de PDA's. Consultor Ad hoc do CONFEA como organizador do Congresso Técnico Científico da Engenharia e Agronomia – CONTECC.

Roseilton Fernandes dos Santos: Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (1998), mestrado em Manejo de Solo e Água pela Universidade Federal da Paraíba (2001) e doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa (2007). Atualmente é professor adjunto II da Universidade Federal da Paraíba. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Gênese, Morfologia e Classificação dos Solos, atuando principalmente nos seguintes temas: feições pedológicas em solos de Brejo de Altitude.

Adriana de Fátima Meira Vital: Graduada em Engenharia Florestal (UFPB, 1997), com Mestrado em Manejo de Solo e Água (UFPB, 2002), MBA em Desenvolvimento Regional Sustentável (UFBA/INEPAD, 2008) e Doutorado em Ciência do Solo (UFPB, 2015). Atuou como professora do Ensino Fundamental I e II, em Escolas Estaduais e no Colégio Santa Rita, em Areia (PB). É professora do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), lecionando disciplinas de Solos nos cursos de Engenharia de Biosistemas e Tecnologia em Agroecologia. Líder do grupo de pesquisa Estudo, Uso e Manejo dos Solos do Semiárido e coordenadora do Programa de Ações Sustentáveis para o Cariri - PASCAR e Projeto Solo na Escola/UFCG, atuando na perspectiva da educação e conservação do solo, agroecologia, educação para a convivência com o Semiárido e valorização do povo do campo. Trabalha com metodologias participativas e práticas dialógicas nas comunidades de agricultores familiares e nas escolas públicas da região caririzeira (PB), com atividades ancoradas em base holística e na premissa interdisciplinar.

Rivaldo Vital dos Santos: Graduado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (1985), Mestrado em Agronomia pela Universidade de São Paulo/ CENA-USP (1988) e Doutorado em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (1995) - ESALQ/USP. Prof. Titular na Universidade Federal de Campina Grande-UFCG/PB. Tem experiência em Ciências do Solo, na Inter-relação Solo-Paisagem-Ambiente, com ênfase em Recuperação de Áreas Degradadas, Atributos de Solos em Áreas Irrigadas do Semiárido e em Química, Fertilidade e Adubação de Solos. Atualmente desenvolve e defende, na Ciência do Solo, a geração de conhecimentos com aplicações às sociedades acadêmica e, principalmente, não acadêmica.



**Portal Tecnológico
de Divulgação Científica**
Eventos, Pesquisas e Inovação



Universidade Federal
de Goiás



FUNDAÇÃO DE AMPARO À
PESQUISA DO ESTADO DE GOIÁS



CONSELHO NACIONAL DE
DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO



CONSELHO NACIONAL DE
DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO



978-85-6007-38-4

