

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ENERGIA NUCLEAR**

**COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR
CENTRO REGIONAL DE CIÊNCIAS NUCLEARES DO NORDESTE**

Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares

**ESTOQUES DE CARBONO E NITROGÊNIO EM SOLOS DO SERTÃO
PERNAMBUCANO SOB DIFERENTES USOS**

MÔNICA DA SILVA SANTANA

Orientador: Prof. Dr. Rômulo Simões Cezar Menezes

Co-orientadora: Dr^a Vanderlise Giongo

Recife, PE

2015

MÔNICA DA SILVA SANTANA

**ESTOQUES DE CARBONO E NITROGÊNIO EM SOLOS DO SERTÃO
PERNAMBUCANO SOB DIFERENTES USOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares para obtenção do título de Mestre em Ciências, Área de Concentração: Energia da biomassa.

Orientador: Prof. Dr. Rômulo Simões Cezar Menezes

Co-orientadora: Dr^a Vanderlise Giongo

Recife, PE

2015

Catálogo na fonte
Bibliotecário Carlos Moura, CRB-4 / 1502

S232e

Santana, Mônica da Silva.

Estoque de carbono e nitrogênio em solos do Sertão pernambucano sob diferentes usos. / Mônica da Silva Santana. - Recife: O Autor, 2015.

61 f. : il., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Rômulo Simões Cezar Menezes.

Coorientador: Dra. Vanderlise Giongo.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares, 2015.

Inclui referências bibliográficas e apêndices.

1. Uso da terra. 2. Classes de solo. 3. Semiárido.

4. Caatinga. I. Menezes, Rômulo Simões Cezar, orientador.

II. Giongo, Vanderlise, coorientadora. III. Título.

UFPE

CDD 662.88 (21. ed.)

BDEN/2015-06

ESTOQUES DE CARBONO E NITROGÊNIO EM SOLOS DO SERTÃO PERNAMBUCANO SOB DIFERENTES USOS

Mônica da Silva Santana

APROVADA EM: 26.02.2015

ORIENTADOR : Prof. Dr. Rômulo Simões Cezar Menezes

ORIENTADORA : Profa. Dra. Vanderlise Giongo

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Everardo Valadares de Sá Barreto Sampaio – DEN/UFPE

Profa. Dra. Giselle Gomes Monteiro Fracetto – Dept. Agronomia/UFRPE

Prof. Dr. Flávio Adriano Marques – EMBRAPA SOLOS - UEP

Visto e permitida a impressão

Coordenador(a) do PROTEN/DEN/UFPE

Ao Sertanejo que tira da terra seu sustento e
nunca perde a esperança de uma vida melhor...
Aos meus pais, Edinilda e Manoel,
e a todos que contribuíram para a realização desse trabalho
Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus pela dádiva da vida e por não me deixar fraquejar nas horas difíceis. Obrigada pela coragem, força, otimismo e pelas pessoas que o Senhor colocou na minha vida. A Ele toda Honra e toda Glória.

A minha família por ser o motivo de tudo isso. Aos meus pais, Maria Edinilda e Manoel Espedito, os alicerces da minha vida, por me ensinarem a correr sempre atrás dos meus sonhos. Aos meus irmãos, Maurício, Marisa e Maurílio Elvis pelo apoio, amizade e companheirismo em toda minha trajetória, as melhores lições eu aprendo com vocês! Aos meus avôs, Socorro e Francisco por não me deixarem esquecer a minha essência. Aos meus tios, tias e primos, pela alegria e carinho na hora que precisava, em especial a Tia Lucinha e Tio Wellington pelo apoio incondicional.

Ao Prof. Rômulo Menezes pela oportunidade e apoio durante a realização do trabalho. A Vanderlise Giongo, minha “mãe” na ciência, obrigada por todos os ensinamentos e conselhos na hora certa.

Ao Prof Everardo Sampaio e Tony Jarbas pelos conhecimentos transmitidos e por tirarem minhas dúvidas, por menor que fossem, nos momentos que mais precisei.

A equipe “Cava buraco”, Frans, Eliza, Kennedy, Diego, Carol, Patrik, pelo grande comprometimento, amizade e companheirismo para finalização da pesquisa. Do campo à salinha de estudos, obrigada pelas lições que aprendi com cada um de vocês.

Ao povo do sertão, que tão bem nos acolheram durante as amostragens dando grande contribuição a pesquisa. Ao pessoal que nos ajudava nas trincheiras, em especial ao Sr. Raimundo e Sr. Francisco.

À Carol, minha irmã nessa trajetória, por compartilhar os melhores e os mais complicados momentos, pelos retiros acadêmicos e pelas palavras de incentivo que tanto precisei. Essa vitória também é sua.

À Embrapa Semiárido, pela estrutura e materiais concedidos para a realização do trabalho. A Sheila, Wesley, Cloves, Tamires, Larissa, Lincoln, Janaína e Indira pelo trabalho duro e por me socorrem sempre que precisei, sem vocês nada disso seria possível. A toda equipe do laboratório de solos (Reinivaldo, Leiliane, Helinho, Alexandre, Nel, Viviane, Sr. Adaulberto, Micael, Renata, Isnara), por todo apoio e dedicação na realização das análises. Ao pessoal do transporte, em especial à Renilson, José Antônio, Nery Vargas, Washington e João, pelo esforço para realização das viagens de campo. Aos pesquisadores Tony, Gava,

Rebert, Alessandra, Magnus, Diana, Davi, Pinheiro, pelos questionamentos que me fizeram refletir sobre a pesquisa, conhecimentos transmitidos e dicas essenciais, muito obrigada!

À Regina e Claudemiro Jr. pelo incentivo dado antes e durante o mestrado. A Maria Sônia Lopes da Silva por me receber tão bem em Recife. À Elda e Maelda por toda amizade e carinho.

Ao departamento de energia nuclear (DEN), a todos aqueles que me acompanharam durante essa fase, obrigada pelos ensinamentos, companheirismo e amizade. Em especial ao grupo da Energia da Biomassa e Fertilidade de solos: Carolina, Monaliza, Natache, Alice, Benaia, Andrea, Nilson (O paizão e amigo de todas as horas), Kennedy, Gabi, Manu, Eric, Taciana, Renata, Eliza, Tânia, Diego, Eduardo, Dário, Karina, Ana Dolores, Bárbara, Edilândia, Monalisa, Mona, Reginaldo Neto, Girleide, Heverton, Rodrigo, Júlio, Tiago, André, Samuel, Jessica, Claudenice, Giba e Sr. Pedro. Aos professores, alunos, gestores e colaboradores por proporcionarem um ambiente agradável de conhecimento, especialmente a Josenildo (Balinha), Eduardo, Joanita, Michele, Bete, Igor, Aldisley, Paulo, David, Carlos, Edson, dentre outros.

Às amigas e amigos que onde quer que eu vá levarei no coração: Patrícia, Francimara, Alessandra, Bentildes, Camila, Sandra, Vanésia, Anne, Jéssica (Kinha), Daniel, Izana, Emylly, Wilis, Vandão, Sheila, Joabe, Chiquinho, Tamires, Jailiny, Manuh, Amanda P., Luma, Jaíne, Danilão, Heldinho, Peixão, Maiquinho, Marcinha, Leda, Rita, Genison, Gilvan e muitos outros, obrigada pelos ensinamentos de vida. Aos meus queridos professores da Escola NM-11, por me ensinarem desde pequeninha o valor do aprendizado e por me receberem sempre de braços abertos com muito carinho e dedicação.

Um agradecimento mais que especial à Família Santos, Jhon, Sandrinha, Mãe Fátima, Pai Flávio, Vinicius, Philipe, Marina, Mila, Maria, tia Meire, Kelly, Sabino e vovó, por me fazerem me sentir em casa e em família, que Deus continue abençoando cada um.

À Bruninha e Eli pela convivência e aprendizado longe de casa. Ao Sr. Joel por todo apoio. À Ingride, Dona Gercina, Sr. Jerônimo, Rafa, Alana, Gi, Mazé e Eduardo por me adotarem e me fazerem tão bem. Ao grupo Santa Tereza, paróquia da Várzea e comunidade Obra de Maria, por me receberem sempre no amor de Deus. A comunidade Shalom, em especial a família Issac, como em pouco tempo tive experiências únicas com vocês.

Por todos aqueles que direta ou indiretamente me apoiaram, torceram por mim, e deram palavras de força e contribuíram para a realização de mais uma conquista.

MUITO OBRIGADA!

Não vos inquieteis com nada!
Em todas as circunstâncias apresentai a Deus
as vossas preocupações,
mediante a oração, as súplicas e a ação de graças.
E a paz de Deus, que excede toda a inteligência,
haverá de guardar vossos corações
e vossos pensamentos, em Cristo Jesus.

Filipenses 4, 6-7

O correr da vida embrulha tudo,
A vida é assim: esquentada e esfria,
aperta e daí afrouxa, sossega e
depois desinquieta. O que ela quer
da gente, é **coragem...**

Guimarães Rosa
(Grande Sertão Veredas)

RESUMO

O consumo de combustíveis fósseis e as mudanças no uso da terra têm causado a elevação da concentração dos gases de efeito estufa, especialmente o dióxido de carbono (CO_2), na atmosfera. Medidas compensatórias incluem o aumento de estoques de carbono (C) na biomassa vegetal e nos solos, que são influenciados pela conversão de pastagens e áreas agrícolas em matas nativas. O presente estudo teve como objetivo quantificar os estoques de carbono e de nitrogênio (N) do solo em áreas com diferentes usos da terra no sertão de Pernambuco. Foram amostradas as quatro classes de solo mais representativas da região estudada: Argissolo, Latossolo, Neossolo Litólico e Planossolo. Em cada classe foram amostradas três áreas de cada um dos quatro usos (caatinga densa, caatinga aberta, pastagem e agricultura). As amostras de solo foram coletadas em trincheiras com dimensões de 0,7 x 0,7 x 1,0 m, nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm ou até a camada de impedimento se estivesse a menos de 100 cm de profundidade. Em cada camada foram coletadas três amostras utilizando anéis volumétricos para determinação da densidade do solo. As amostras coletadas foram secas ao ar e passadas em peneira (2 mm) para obtenção da terra fina seca ao ar. Alíquotas das amostras foram maceradas em moinho de bolas e passadas em peneiras de 100 mesh (0,150mm). Na fração passada em peneira (100 mesh) foram analisados os teores de C e N por combustão seca em analisador elementar. Os estoques de C variaram de 15,1 Mg ha^{-1} a 98,3 Mg ha^{-1} e os de N de 2,6 Mg ha^{-1} a 10,4 Mg ha^{-1} . A caatinga densa estocou mais carbono (27,7 a 98,3 Mg ha^{-1}) e o Argissolo foi a classe com maiores estoques de C e N. A agricultura sob Argissolo apresentou o maior estoque de N (10,4 Mg ha^{-1}). Dentre as classes de solo os estoques totais (perfil completo) não apresentaram diferenças entre os usos da terra. Os solos dos 32.631 km^2 do sertão oeste de Pernambuco estocam aproximadamente 0,19 Pg de carbono e 0,018 Pg de nitrogênio.

Palavras-chave: uso da terra, classes de solo, semiárido, Caatinga.

ABSTRACT

The consumption of fossil fuels and land use changes have contributed to the increase in the concentration of atmospheric greenhouse gases, especially carbon dioxide (CO₂). Compensatory measures include the increase of carbon stocks in biomass and soils, which decrease after the conversion of native forests to pasture and agricultural areas. This study aimed to assess carbon (C) and nitrogen (N) stocks in the soil in areas with different land cover and use in the western semiarid region of Pernambuco. Samples were collected from the four most representative soil types in the studied region: Lixisols, Ferralsols, Leptosols and Planosols. In each soil class we sampled three areas for each four uses (dense caatinga, open caatinga, pasture and agriculture). Soil samples were collected in trenches with dimensions of 0.7 x 0.7 x 1.0 m, in layers 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80 and 80-100 cm or any impediment layer if these were shallower than 100 cm of depth. In each soil layer were collected three samples using volumetric core cylinders to determine the bulk density. The samples were dried in the air and sieved (2 mm) to obtain the fine soil dried air. Aliquots of the samples were macerated in a ball mill to pass in a 100 mesh sieve (0,150mm). In the fraction passed in sieve (100 mesh) were analyzed the levels of C and N by dry combustion in an elemental analyzer. C stocks ranged from 15.1 Mg ha⁻¹ to 98.3 Mg ha⁻¹, while the N stocks had stocks of 2.6 Mg ha⁻¹ to 10.4 Mg ha⁻¹. Dense caatinga stocked more carbon (76.9 to 26.2 Mg ha⁻¹) and Lixisols had higher C and N stocks. Agriculture under Lixisols showed the largest stock of N (10.4 Mg ha⁻¹). Among soil types, total stocks (complete profile) did not differ between land uses. Soils of the 32.631 km² in the western semiarid region of Pernambuco have na estimated stock of approximately 0.19 Pg of carbon and 0.019 Pg of nitrogen.

Keywords: land use change; soil classes; semiarid, caatinga.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Delimitação do Semiárido brasileiro.....	19
Figura 2.	Precipitação pluviométrica (mm), total médio anual no Estado de Pernambuco.....	22
Figura 3.	Locais de amostragem no Sertão do Brígida e Terra Nova.....	26
Figura 4.	Imagem com a demarcação dos diferentes usos da terra em um Latossolo.....	27
Figura 5.	Fotos das áreas de Caatinga densa sob A) Argissolo; B) Latossolo; C) Neossolo Litólico; D) Planosolo no oeste do sertão de Pernambuco.....	54
Figura 6.	Fotos das áreas de Caatinga aberta sob A) Argissolo; B) Latossolo; C) Neossolo Litólico; D) Planosolo no oeste do sertão de Pernambuco.....	54
Figura 7.	Fotos das áreas de pastagem sob A) Argissolo; B) Latossolo; C) Neossolo Litólico; D) Planosolo no oeste do sertão de Pernambuco.....	55
Figura 8.	Fotos das áreas de agricultura sob A) Argissolo; B) Latossolo; C) Neossolo Litólico; D) Planosolo no oeste do sertão de Pernambuco.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Valores de densidade do solo e de cascalho, em camadas de solos sob diferentes usos na região semiárida de Pernambuco. Caatinga densa (CD); Caatinga aberta (CA); Pastagem (PA); Agricultura (AG); Argissolo (AR); Latossolo (LA); Neossolo Litólico (NL); Planossolo (PL).....	31
Tabela 2.	Valores de densidade de partículas e porosidade, em camadas de solos sob diferentes usos na região semiárida de Pernambuco. Caatinga densa (CD); Caatinga aberta (CA); Pastagem (PA); Agricultura (AG); Argissolo (AR); Latossolo (LA); Neossolo Litólico (NL); Planossolo (PL).....	33
Tabela 3.	Análise granulométrica, em camadas de solos sob diferentes usos na região semiárida de Pernambuco. Caatinga densa (CD); Caatinga aberta (CA); Pastagem (PA); Agricultura (AG); Argissolo (AR); Latossolo (LA); Neossolo Litólico (NL); Planossolo (PL).....	35
Tabela 4.	Concentrações de carbono e nitrogênio e relação C/N, em camadas de solos sob diferentes usos na região semiárida de Pernambuco. Caatinga densa (CD); Caatinga aberta (CA); Pastagem (PA); Agricultura (AG); Argissolo (AR); Latossolo (LA); Neossolo Litólico (NL); Planossolo (PL).....	37
Tabela 5.	Estoques de C e N, em camadas de solos sob diferentes usos na região semiárida de Pernambuco. Caatinga densa (CD); Caatinga aberta (CA); Pastagem (PA); Agricultura (AG); Argissolo (AR); Latossolo (LA); Neossolo Litólico (NL); Planossolo (PL).....	40
Tabela 6.	Coeficientes de correlação entre características dos solos e as concentrações e estoques de C e N na região semiárida de Pernambuco.....	42
Tabela 7.	Estoques de C e N, de solos sob diferentes usos na região semiárida de Pernambuco. Considerou-se 100 cm de profundidade para Argissolos e Latossolos, 50 cm para Neossolos Litólicos e 60 cm para Planossolos. Caatinga densa (CD); Caatinga aberta (CA); Pastagem (PA); Agricultura (AG); Argissolo (AR); Latossolo (LA); Neossolo Litólico (NL); Planossolo (PL).....	43
Tabela 8.	Histórico das áreas de amostragem.....	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	Ciclo natural do carbono e nitrogênio e as mudanças causadas pelas ações antrópicas.....	16
2.2	A região semiárida	18
2.2.1	Região semiárida de Pernambuco.....	21
2.3	Estoque de carbono e nitrogênio na região semiárida.....	22
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.2	Seleção dos locais de amostragem.....	26
3.3	Estimativas do carbono e nitrogênio do solo.....	27
3.4	Análise estatística.....	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1	Caracterização física.....	30
4.2	Concentrações e estoques de carbono e nitrogênio de quatro classes de solo no semiárido de Pernambuco sob diferentes usos.....	36
5	CONCLUSÕES.....	46
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
	APÊNDICE A.....	54
	APÊNDICE B.....	56

1. INTRODUÇÃO

O carbono (C) e o nitrogênio (N) são elementos essenciais para a manutenção da vida, pois participam da formação de proteínas, carboidratos, lipídeos, pigmentos, ácidos nucleicos, dentre outros compostos orgânicos. Esses elementos circulam no globo terrestre entre os compartimentos atmosférico, oceânico, pedológico e biótico (Lal, 2004).

No ciclo do carbono, o dióxido de carbono (CO_2) atmosférico advém das reações químicas que ocorrem nos oceanos, da respiração e decomposição de animais e vegetais e da queima dos resíduos orgânicos. O CO_2 contido na atmosfera retorna à biosfera por intermédio da fotossíntese da vegetação terrestre e oceânica, sendo o C estocado na forma de compostos orgânicos e carbonatos. No ciclo do nitrogênio, o N_2 presente na atmosfera é disponibilizado para as plantas pela fixação biológica de nitrogênio (FBN), pela deposição atmosférica e pela adubação, retornando posteriormente à atmosfera principalmente pelos processos de queima e desnitrificação. Esses ciclos naturais começaram a ser alterados em escala crescente devido à intervenção humana em busca de fontes de energia desde o início da Revolução Industrial (Rosendo & Rosa, 2012).

O ciclo global do C e do N estão relacionados às discussões sobre o efeito estufa, que é o termo comum que define o aquecimento da atmosfera devido à interação de certos gases, dentre eles dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e vapor d'água, com a radiação solar refletida na superfície terrestre. Vários estudos (Ghommam et al., 2012; Li & Yang, 2014; Liu & Rodríguez, 2005) indicam que atividades antrópicas têm causado a elevação da concentração dos gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, incluindo o CO_2 . Dentre as principais causas antrópicas do aumento da concentração de CO_2 estão o uso de combustíveis fósseis e a mudança no uso da terra. A concentração de CO_2 na atmosfera teve um aumento de 40% nos últimos séculos, passando de 278 ppm em 1750 para 390,5 ppm em 2011. Dos $545 \pm 85 \text{ PgC}$ ($1 \text{ Pg C} = 10^{15} \text{ g C}$) emitidos entre 1750 e 2011, a queima de combustíveis fósseis e a produção de cimento contribuíram com $365 \pm 30 \text{ Pg C}$ enquanto a mudança no uso da terra contribuiu com $180 \pm 80 \text{ Pg C}$. Durante o mesmo intervalo de tempo, 1750 a 2011, o CH_4 aumentou 150%, de 722 ppb para 1803 ppb, e o N_2O teve um aumento de 20%, de 271 ppb para 324,2 ppb (IPCC 2013).

O Brasil, por ter o setor agropecuário como importante atividade econômica, contribui com as emissões de GEE principalmente através da mudança no uso da terra, causada pelo desmatamento e práticas agrícolas. Essas emissões chegam a representar cerca de 75, 91 e

94% do total de emissões de CO₂, CH₄ e N₂O, respectivamente. Na classificação mundial dos países emissores de GEE, o Brasil está situado na 17ª posição, isso quando são levadas em consideração apenas as emissões causadas pela queima dos combustíveis fósseis. Entretanto quando são consideradas a queima dos combustíveis fósseis e a mudança no uso da terra, o Brasil fica na 5ª posição (Cerri e Cerri, 2007).

Algumas das alternativas para tentar solucionar os problemas causados pelas emissões de GEE são o controle das emissões e a adoção de medidas compensatórias, como aumento de estoque de carbono nos ecossistemas terrestres. Uma das formas de aumentar o estoque de carbono está na preservação de florestas nativas e no reflorestamento, pois essas medidas podem retirar grande quantidade de CO₂ da atmosfera pelo processo de fotossíntese e estocar esse carbono na biomassa e no solo.

A matéria orgânica do solo (MOS) é considerada um dreno natural do carbono (Almeida et al., 2010). A MOS não é um composto com composição definida e uniforme, mas sim uma mistura de diversas substâncias com composição química e características diversas, incluindo todos os resíduos orgânicos em diferentes estágios de decomposição (Camargo et al., 2008; Silva e Mendonça, 2007).

A Caatinga está entre os biomas brasileiros mais vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas, pois o aumento da temperatura e a baixa precipitação pluvial afetam fortemente os processos biogeoquímicos. Além destes fatores, a intensificação das ações antrópicas, como a remoção da vegetação nativa, aumenta a pressão sobre os solos e a biota do semiárido nordestino, aumentando os riscos de desertificação de algumas áreas (Nobre, 2011).

Estima-se que 54% das áreas de Caatinga tenham sido desmatadas até 2009, sendo Pernambuco o terceiro estado do semiárido com maior proporção de área desmatada (IBGE, 2012). A retirada da vegetação natural da Caatinga para instalação de um sistema agrícola acarreta desequilíbrio na quantidade de carbono orgânico do solo, intensificando a mineralização da matéria orgânica. Quando o processo de adição da matéria orgânica no solo é inferior ao processo de decomposição, o novo sistema passa a emitir C até atingir um novo equilíbrio dinâmico, o que provoca modificações nos estoques naturais do C e a degradação dos solos (Barreto et al., 2006).

Pesquisas relacionadas à determinação do estoque de C e N no solo no semiárido brasileiro são ainda incipientes (Giongo et al., 2011a). Alguns estudos foram realizados, mas tendo-se em consideração que a região semiárida possui a maior variabilidade de solos do país (Sampaio, 2010), lacunas de informações precisam ainda ser preenchidas. Os trabalhos existentes concentram-se em algumas áreas e em alguns tipos de usos da terra. Para

desenvolver práticas de manejo mais sustentáveis é necessário um conjunto de informações quanto aos efeitos no estoque de carbono e nitrogênio causados pela modificação no uso da terra nos diferentes tipos de solos.

Neste sentido, vem sendo desenvolvido o projeto denominado “Impactos de mudanças climáticas sobre a cobertura e uso da terra em Pernambuco: geração e disponibilização de informações para o subsídio a políticas públicas”, aprovado pelo edital 02-2009 Fapesp-Facepe de Pesquisa Cooperativa em Mudança Climática Global. Esse projeto é uma parceria entre diversas instituições, dentre elas: a Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Centro de Ciência do Sistema Terrestre- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Associação Plantas do Nordeste - APNE, a Embrapa Solos UEP Recife e a Embrapa Semiárido.

A proposta do projeto é mapear e quantificar os estoques e fluxos de carbono em áreas sob diferentes usos e cobertura da terra, utilizando medidas *in situ*, sensoriamento remoto e modelagem matemática. Todas estas atividades têm como ênfase a identificação de vulnerabilidades com o intuito de subsidiar políticas públicas para a adoção de estratégias de adaptação às mudanças projetadas. O presente trabalho está inserido no componente observacional do projeto, que tem por meta a estimativa dos estoques de carbono e nitrogênio nos solos e na vegetação de Pernambuco.

O estado de Pernambuco possui características climáticas, classes de solo, cobertura e uso da terra variáveis, abrangendo áreas litorâneas, Zona da Mata, Agreste e Sertão. Para assegurar a representação de todas as condições climáticas de Pernambuco e para fins de operacionalidade durante as amostragens de campo, o estado foi dividido em Zona da Mata, Agreste, Sertão do Pajéu e Moxotó (região central de Pernambuco) e Sertão do Brígida e Terra Nova (região mais a oeste do estado).

A pesquisa de estoque de carbono e nitrogênio no semiárido pernambucano centrou-se na área do Sertão do Brígida e Terra Nova e teve como objetivo analisar o efeito das mudanças no uso da terra sob os estoques de C e N nos solos da parte mais a oeste do semiárido de Pernambuco.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Ciclo natural do carbono e nitrogênio e as mudanças causadas pelas ações antrópicas

A Terra pode ser definida como um sistema químico fechado no qual as reações que mantêm a vida são providas da energia do sol (Aduan et al., 2004) e a existência de seres vivos só é possível graças à presença de uma camada protetora de gases, a atmosfera. A energia solar que chega ao planeta inclui ondas de comprimento curto, que ultrapassam a atmosfera terrestre e não interagem com os gases presentes. Ao atingir a superfície da Terra, uma parte da energia destas ondas é absorvida e outra é refletida para atmosfera, em comprimentos de onda mais longos (infravermelho) e que interagem com os gases atmosféricos. Parte dessa radiação é absorvida, o que contribui para manter uma temperatura média no planeta de 15°C. Esse processo de aquecimento da atmosfera é chamado comumente de efeito estufa natural. Os gases da atmosfera que fazem parte desse processo são chamados de gases do efeito estufa (GEE) e incluem o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), dentre outros. Se não houvesse o efeito estufa natural a temperatura média terrestre seria 33° C menor, o que inviabilizaria a vida atualmente existente (Carvalho et al., 2010; Cerri & Cerri, 2007).

Para garantir seu desenvolvimento, o homem depende diretamente dos recursos naturais e o aumento das ações antrópicas sobre a natureza vem alterando a composição dos GEE na atmosfera. Atualmente, os principais gases emitidos pelas atividades humanas, além dos citados acima, são os clorofluorcarbonetos (CFCs), hidrofluorcarbonetos (HFCs), e hexafluoreto de enxofre (SF_6) (IPCC, 2013). Com o aumento excessivo da concentração desses gases, mais radiação fica retida na atmosfera, provocando o chamado aquecimento global (Rosendo & Rosa, 2012).

O maior incremento de CO_2 , CH_4 e N_2O na atmosfera tem sido causado principalmente pelo uso de combustíveis fósseis como fonte de energia e por mudanças no uso da terra, em particular pela agricultura. Essas emissões se deveram aos processos de industrialização em ampla escala, queima de combustíveis fósseis, expansão de áreas urbanas e mudanças no uso da terra, como o desmatamento da vegetação nativa para abertura de novas áreas de pastagens e agricultura (Conti, 2005).

As emissões, entretanto, não são uniformes ao redor do globo. Em geral, países mais desenvolvidos apresentam taxas de emissão per capita mais elevadas do que países menos

desenvolvidos. Países em desenvolvimento tenderão a aumentar o consumo total de energia, pois quando a economia cresce o poder aquisitivo das pessoas aumenta e com ele o consumo de energia (Abreu, 2010). Nos países de clima temperado, as maiores fontes do CO₂ são a utilização de combustíveis fósseis (veículos, sistemas de aquecimento e de refrigeração e indústrias), enquanto nas regiões tropicais as maiores emissões de CO₂ se devem aos desmatamentos e as mudanças de uso da terra (Rosendo & Rosa, 2012).

O carbono é o elemento químico essencial para o estabelecimento da vida no planeta, devido à sua propriedade de formar até 4 ligações covalentes entre si e com outros elementos, permitindo a formação de variados compostos, dentre eles proteínas, carboidratos, lipídeos e pigmentos (Souza et al., 2012). No ciclo natural do carbono, o CO₂ é capturado pelos seres autotróficos, que através da fotossíntese transformam o C em compostos orgânicos. Estima-se que metade do carbono assimilado pela fotossíntese é consumido na manutenção e crescimento dos seres vivos e a outra metade vai para a composição da serapilheira e raízes ou é extraído como produto vegetal. Os materiais orgânicos ao serem depositados no solo passam pelo processo de decomposição, no qual parte do carbono é devolvido para a atmosfera através da respiração, e parte fica depositada na forma de matéria orgânica do solo (MOS) (Moreira & Siqueira, 2007).

A adição de carbono no solo é influenciada pela deposição dos resíduos orgânicos, enquanto que o estoque de carbono é controlado pela diferença entre a adição e decomposição do material orgânico. Solos com alta fertilidade natural, sob vegetação nativa, estão perto da sua capacidade limite em estocar carbono (Chung et al., 2008). Quando ocorrem mudanças no uso da terra, o estoque de carbono sofre modificações até atingir um novo equilíbrio (Boddey et al, 2012).

O ciclo do N é complexo e sofre influência de fatores físicos, químicos e biológicos. A entrada de nitrogênio no sistema solo-planta pode ocorrer por deposições atmosféricas (poeira, raios ou chuva), fixação biológica ou por adubação. Perdas de N do solo são causadas por lixiviação e volatilização ou por remoção de culturas. A maior concentração de N do solo está na matéria orgânica, apresentando-se em diferentes formas orgânicas e graus de recalcitrância. O nitrogênio é essencial para a produtividade dos diversos ecossistemas, pois participa da composição de substâncias fundamentais para a vida, como aminoácidos, ácidos nucleicos e proteínas (Cantarella, 2007).

Mudanças no uso da terra, principalmente quando florestas nativas são transformadas em áreas agrícolas ou áreas de pastagens, e vice-versa, causam mudança nos estoques de carbono e de nitrogênio no solo. Essa modificação depende do tipo de uso e das práticas de

manejo utilizadas (MCT, 2010). Nas áreas agrícolas, a liberação do CO₂ ocorre com as queimadas de restos vegetais ou durante o revolvimento do solo, quando há maior entrada de oxigênio, aumentando a mineralização ou a oxidação da matéria orgânica (Rosendo & Rosa, 2012).

A quantidade de carbono adicionada ao solo depende das espécies e sistemas de cultivos utilizados, enquanto as perdas de carbono ocorrem pela liberação de CO₂ na respiração, pela decomposição microbiana dos resíduos e da matéria orgânica do solo e por erosão e lixiviação. A magnitude desses processos depende direta ou indiretamente do manejo do solo (Mielniczuk, 2008). O manejo inadequado dos sistemas agrícolas, junto com a baixa produção de fitomassa, contribui para reduzir os estoques de carbono e nitrogênio do solo no semiárido (Sacramento, 2013). A entrada de carbono no ambiente semiárido via fotossíntese depende primordialmente do tipo de cobertura e uso da terra, que influenciam diretamente na quantidade de resíduos orgânicos e na atividade microbiana no solo.

2.2. A região semiárida

A região semiárida brasileira possui uma área de 969.589 km² (Figura 1), sendo mais de 800.000 km² corresponde à área de Caatinga (Araújo Filho, 2013; BRASIL, 2005). O Semiárido abrange partes de nove Estados: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (BRASIL, 2005). Segundo o censo demográfico 2010 (IBGE, 2011), a população do Semiárido está em torno de 25 milhões de habitantes, o que corresponde a 47% da população nordestina e 13% dos brasileiros.

O semiárido brasileiro, segundo a classificação de Koppen, é caracterizado pelo clima BSw^h, clima quente de semiárido, com chuvas de verão e irregulares, temperaturas médias anuais superiores a 18°C e ausência de excedente hídrico (SEI, 1998). Uma das principais características da região é a variabilidade espaço-temporal da precipitação pluvial. As chuvas estão distribuídas em duas estações, uma úmida com duração média de 3-4 meses e uma estação seca que corresponde aos meses restantes do ano. A precipitação está entre 300 a 800 mm anuais, enquanto a evapotranspiração pode chegar a 2.700 mm anuais. A umidade relativa do ar fica em torno de 40-50% na época seca, e 80-90% na época das chuvas. A temperatura média anual é de 25°C a 31°C, sendo junho e julho os meses mais frios (Araújo Filho, 2013).

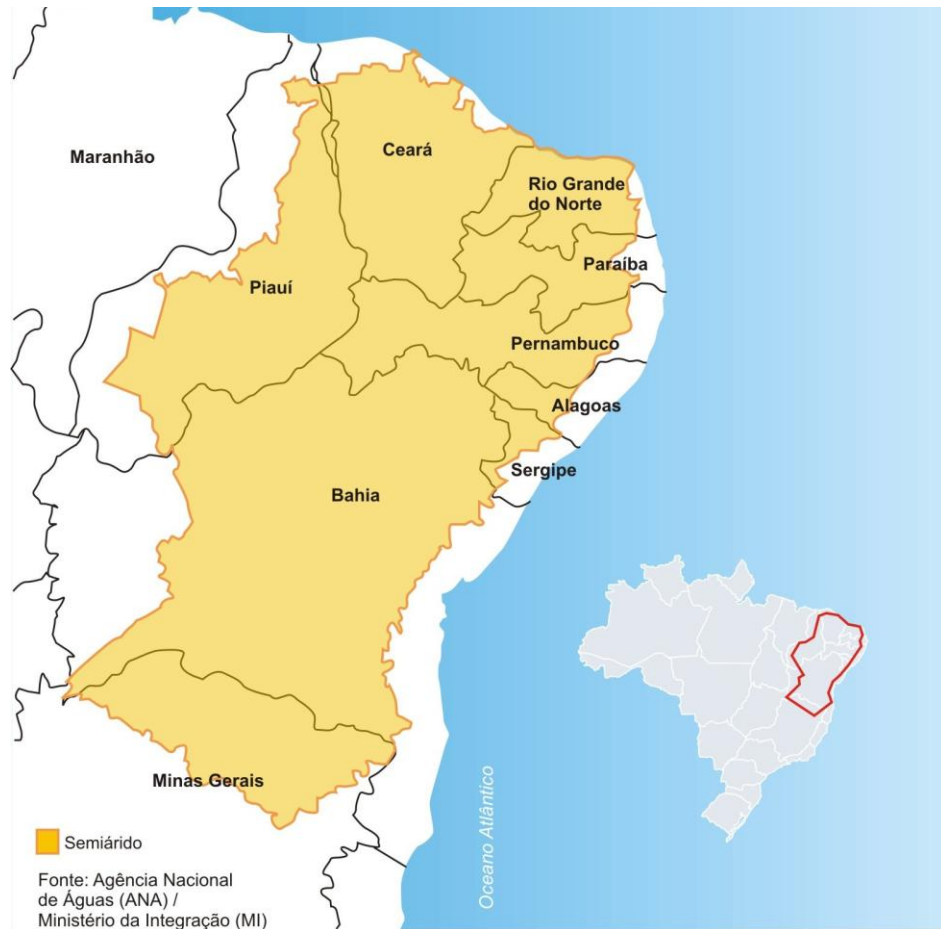


Figura 1. Delimitação do Semiárido brasileiro. Fonte: Brasil (2005), Ministério da integração.

A região semiárida começou a ser explorada em meados do século XVII com a entrada da pecuária extensiva seguindo os cursos dos rios, que ficou conhecida como época dos currais (Pereira, 2012). A população que vivia no semiárido começou a desenvolver o plantio de subsistência na região com o cultivo de milho, feijão, mandioca e outras lavouras. Outra cultura que ganhou espaço no sertão foi o algodão, que na segunda metade do século XVIII se tornou produto de exportação (Nogueira & Simões, 2009), perdendo sua força econômica no final do século XX.

Com a exploração econômica do sertão, a vegetação nativa começou a ser substituída para implantação de pastos e áreas agrícolas. Estima-se que hoje o Nordeste brasileiro possui cerca de 22 milhões de hectares destinados à lavoura, 32 milhões destinados à pastagem e 25 milhões de hectares de matas nativas (IBGE, 2006). Com a mudança no uso da terra, o ecossistema natural passou a sofrer fortes modificações antrópicas, acarretando alterações nos ciclos biogeoquímicos dos nutrientes, principalmente do carbono e nitrogênio, que são elementos importantes na dinâmica dos ecossistemas (Giongo et al, 2011a).

A distribuição de classes de solos no Semiárido é bastante diversificada devido ao seu processo de formação. Há dois principais tipos de formações geológicas nessa área: uma formação sedimentar e outra cristalina. Os solos sedimentares são antigos, intemperizados, profundos e bem drenados, enquanto que os solos do cristalino são derivados do antigo escudo cristalino pré-cambriano que foram expostos à erosão geológica e possuem diferentes graus de intemperização e profundidades (Silva et al., 1993 *apud* Sampaio, 2010). Pela ocorrência de eventos tão distintos na formação dos solos, a região semiárida é recoberta por quinze classes de solos diferentes, sendo que as principais classes, que recobrem 86% do Semiárido, são: os Planossolos Háplicos, Neossolos Quartzarênicos, Luvisolos Crômicos, Argissolos, Latossolos e Neossolos Litólicos (Araújo Filho, 2013; Pereira Filho e Bakke, 2010).

Os Planossolos Háplicos são caracterizados por apresentar horizonte B plânico, com qualquer tipo de horizonte A, podendo ou não apresentar horizonte E. Possuem mudança textural abrupta (Embrapa, 2013). São solos rasos, com baixa fertilidade natural, drenagem limitada, situados em área de topografia plana a suave ondulada e recobrem até 9,1% da superfície do Semiárido nordestino. Possuem fortes limitações à atividade agrícola, mas podem ser usados na formação de pastos. São solos sujeitos à erosão, que alcança cerca de 10% de sua área de cobertura, podendo, em áreas críticas, ultrapassar esse percentual.

Os Neossolos Quartzarênicos correspondem a solos arenosos, profundos, bem drenados, ácidos, e de baixa fertilidade natural, com baixo teor de matéria orgânica. Recobrem áreas no sertão e na zona litorânea. As principais culturas utilizadas são: cajueiro, coqueiro e fruticultura em geral. Perfazem aproximadamente 9,3% do território Semiárido. Por serem altamente permeáveis, em geral, e possuírem topografia plana, são considerados livres de erosão (Araújo Filho, 2013)

Os Luvisolos Crômicos são pouco profundos (60 a 120 cm), variando de bem a imperfeitamente drenados, com sequência de horizontes do tipo A, Bt e C, e diferenciação nítida entre os horizontes A e Bt, devido ao contraste de textura, cor e/ou estrutura. São moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, de boa fertilidade natural. Presentes nas topografias planas e suavemente onduladas, representam 13,3 % da área do Semiárido. São amplamente utilizados na agricultura, entretanto, por uso indevido, 65% da área desse solo encontram-se erodidas (Araújo Filho, 2013; Embrapa, 2013).

Os Argissolos com horizonte B textural apresentam argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico (teor elevado de alumínio). De profundidade variável, a textura no horizonte A varia de arenosa a argilosa, e no horizonte B,

de média a muito argilosa, havendo sempre aumento de argila do horizonte A para o B (Embrapa, 2013). No Semiárido, correspondem a 14,7% da área, possuem condições físicas boas, pH variando de 5,0 a 6,5 e fertilidade natural média a alta. Utilizados tanto em áreas irrigadas como de sequeiro, podem ser usados para diversas culturas (Araujo Filho, 2013).

Latossolos são solos em estágio avançado de intemperização, tendo o material de origem passado por muitas transformações (Embrapa, 2013). São distribuídos sob relevo plano a suave-ondulado e recobrem 21% do Semiárido. São solos ácidos (pH de 4,0 a 5,5), embora possam ocorrer alguns tipos com pH superior a 5,5. São profundos, bem drenados e com baixos teores de matéria orgânica. São pobres quimicamente, porém com boas propriedades físicas. Possuem largo uso agrícola, tanto em áreas de sequeiro quanto irrigadas. Nesta classe estão os Latossolos Amarelos, os Vermelho-Amarelos e os Vermelhos (Araujo Filho, 2013).

Os Neossolos Litólicos apresentam horizonte A ou hístico, posicionado diretamente sobre a rocha, horizonte C ou Cr, ou sobre material constituído por fragmentos de rocha (horizonte AC). São rasos apresentando geralmente menos de 50 cm. Possuem fertilidade natural média, com pH variando de 5,0 a 6,5. Estão presentes em terrenos acidentados, ocorrendo também em terrenos suave ondulados. No Semiárido representam 19,2% da cobertura edáfica (Araujo Filho, 2013; Embrapa, 2013).

2.2.1. Região semiárida de Pernambuco

O sertão de Pernambuco é composto de 56 municípios com 1.575.035 habitantes (IBGE, 2011). Segundo o IBGE (2004), a área semiárida de Pernambuco por ser dividida em duas: Sertão e Sertão do São Francisco. A Caatinga, vegetação nativa da região, cobre cerca de 5 milhões de hectares do território de Pernambuco (Probio, 2007).

O estado de Pernambuco tem influência de três regimes pluviais. A região do sertão de Pernambuco sofre influência do Maciço da Borborema que retém grande parte das chuvas (Sampaio, 2010). Em parte do sertão próximo aos cursos dos rios Pajeú e Moxotó e Agreste oriental, atua a zona de convergência intertropical, enquanto o extremo oeste do sertão pernambucano é influenciado principalmente pelos sistemas frontais e vórtices ciclônicos de ar superior. Na zona da mata pernambucana ocorre a influência dos ventos alísios de nordeste, ondas de leste, aglomerados de cúmulo-nimbos associados à brisa marítima e alta subtropical do Atlântico norte e do Atlântico sul. Com diferentes zonas de regimes pluviais agindo no

estado, há uma grande variação de chuvas (Figura 2) (Araújo Filho et al., 2000), sendo o sertão a região com o menor índice pluviométrico.

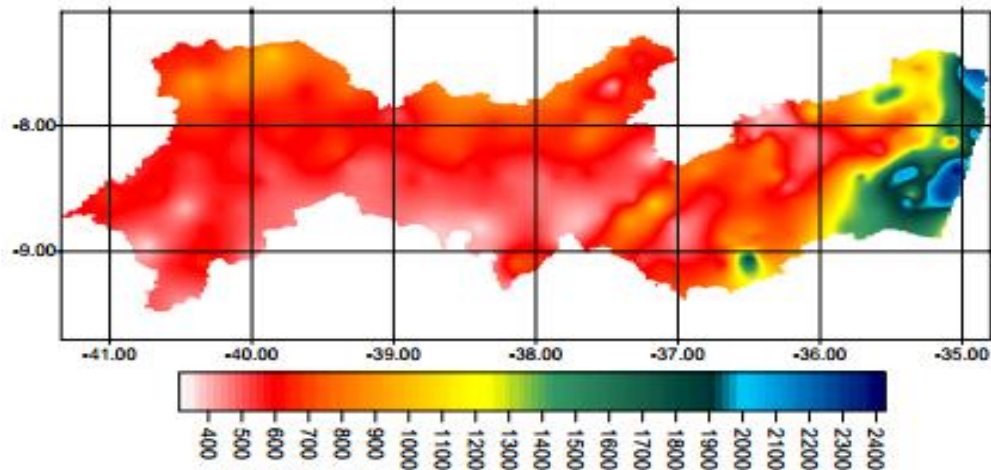


Figura 2. Precipitação pluviométrica (mm), total médio anual do Estado de Pernambuco. Fonte: Araújo Filho et al., 2000.

A economia da região semiárida de Pernambuco é impulsionada principalmente pela pecuária, com a criação de bovinos, caprinos e ovinos, que sobrevivem, na maioria das vezes, dos recursos ofertados pela Caatinga (Araújo Filho, 2013), e pela agricultura que se desenvolve com a produção das culturas tradicionais como milho, feijão, mandioca, sorgo, algodão e mamona. A agricultura, na maior parte do sertão, é dependente de chuvas e não se desenvolve em períodos longos de estiagem. A região do Araripe, localizada no Noroeste do estado, desenvolve atividades de produção de gesso, que só é possível pelas extensas reservas de gipsitas localizadas na área (Lima et al., 2007).

2.3. Estoque de carbono e nitrogênio na região semiárida

O Brasil tem uma área total destinada à produção agrícola de aproximadamente 68 milhões de hectares (IBGE, 2013). Áreas com predominância de vegetação nativa possuem estoque de biomassa vegetal maior do que locais com cobertura de pastagens abertas ou áreas plantadas com culturas de ciclo curto, tendo padrão semelhante de carbono estocado no solo (Sampaio e Costa, 2011). É importante analisar os solos do semiárido brasileiro e verificar a capacidade dos mesmos em estocar carbono e nitrogênio (Giongo et al., 2011). Nesse intuito, alguns estudos de estoque de carbono e nitrogênio em diferentes usos da terra têm sido

realizados no nordeste brasileiro (Amorim, 2009; Araújo et al., 2004; Bernardi et al., 2007; Fracetto et al., 2012; Galindo et al., 2008; Giongo et al., 2011b; Kauffman et al., 1993; Maia et al., 2007; Oliveira et al., 2003; Oliveira et al., 2009; Sacramento et al., 2013). Porém, pesquisas em diferentes classes de solo com predominância na região semiárida, e comparando os usos da terra mais comuns na região são escassas, embora muito necessárias.

Em Argissolo sob Caatinga, no município de Petrolina, PE, verificou-se que no período de estiagem os valores de estoques de C foram de: 16,5 Mg ha⁻¹, 11,8 Mg ha⁻¹ e 9,8 Mg ha⁻¹; e no período chuvoso de 14,2 Mg ha⁻¹, 10,0 Mg ha⁻¹ e 8,99 Mg ha⁻¹, nas camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm, respectivamente (Amorim 2009). No semiárido cearense, em Luvisolo Crômico sob Caatinga na profundidade de 0-40 cm, foi encontrado um estoque de carbono de 73,6 Mg ha⁻¹ (Maia et al., 2007).

Em um Neossolo Litólico em Sertânia e em um Latossolo na chapada do Araripe, ambos em Pernambuco, e sob vegetação nativa, os estoques médios de carbono foram de 23,1 e 17,7 Mg ha⁻¹, respectivamente na camada de 0-12 cm (Antunes et al., 2010). Em estudo com Latossolo na região de Irecê-BA (Fracetto et al., 2012), áreas de caatinga nativa foram comparadas com áreas de plantio de mamona com diferentes idades, e foram encontrados, em solo sob caatinga, estoques de carbono de 22,7, 18,4, 28,0 e 18,9 Mg ha⁻¹ e de nitrogênio de 1,8, 1,7, 3,6 e 3,6 Mg ha⁻¹ para as camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm, respectivamente. Em solo sob plantio de mamona por 10 anos, os estoques de carbono foram de 7,8, 5,9, 13,9 e 12,4 Mg ha⁻¹ e de nitrogênio de 1,0, 0,7, 1,7 e 1,6, respectivamente nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm. Sendo assim, pode-se observar que a mudança no uso da terra contribuiu para a perda da matéria orgânica e do N total no solo.

Sampaio e Costa (2011) estimaram os estoques de carbono em diferentes usos da terra no Nordeste, considerando reduções de 25 e 33%, com a mudança de caatinga para agricultura, na camada de 0-20 e 20-100 cm. Os estoques de C estimados foram 100, 90, 80 e 70 Mg.ha⁻¹, respectivamente, em áreas de Caatinga, pasto nativo, pasto plantado e lavoura. No Ceará foram encontrados no horizonte Ap (em média 3 cm) estoques médios de C de 5,0 e 7,57 kg ha⁻¹ e estoques de N de 0,6 e 0,39 kg ha⁻¹ em pastagem com e sem pastejo, respectivamente, e valores de 10,59 kg ha⁻¹ C e 0,74 kg ha⁻¹ N em mata nativa (Sousa et al., 2012).

Kauffman et al. (1993), encontraram estoque de C de 18 Mg ha⁻¹, na camada de 0-10 cm, em Argissolo sob caatinga hiperxerófila, no município de Serra Talhada-PE. Em Petrolina-PE em um estudo com diferentes usos da terra sob Argissolos, foram encontrados valores de 10,8, 7,0, 6,8 e 4,5 Mg ha⁻¹ de C na camada 0-10 cm, em caatinga preservada,

caatinga alterada, pastagem com capim buffel e cultivo de mangueiras, respectivamente (Giongo et al., 2011b).

Corrêa et al. (2009) avaliaram os atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetros irrigados em Petrolândia-PE, região do sertão do São Francisco. Foram encontrados estoques de carbono de 23,2, 22,7, 17,9, 20,8 e 17,34 na camada de 0-30 cm para os usos vegetação nativa, áreas abandonadas com regeneração da mata nativa, pastagem, culturas de ciclo curto e fruticultura, respectivamente. Com a retirada da mata nativa houve perdas de 2, 23, 11 e 25% de C nas áreas abandonadas em regeneração, pastagem, culturas de ciclo curto e fruticultura, respectivamente. As maiores reduções do estoque de C foram observadas nas áreas com pastagem e fruticultura, possivelmente devido ao uso intensivo desses solos. As áreas em regeneração tiveram estoques semelhantes à mata nativa, demonstrando a grande capacidade de resiliência da Caatinga.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Seleção dos locais de amostragem

Áreas com diferentes usos da terra e tipos de solo foram selecionadas para quantificar os estoques de carbono e nitrogênio no sertão pernambucano. Os locais de estudo estão inseridos na região que se estende desde o município de Salgueiro até o extremo oeste do Estado (Figura 3).

Foram escolhidos os solos de maior representatividade na região: Argissolo (30%); Neossolo Litólico (26%); Latossolo (22%) e Planossolo (7%) e quatro tipos de cobertura vegetais: Caatinga Densa (CD), áreas de savana estépica arborizada e florestada; Caatinga Aberta (CA), áreas com predomínio de savana estépica gramíneo lenhosa; Pastagem (PA), incluindo tanto pastos plantados como nativos e Agricultura (AG), áreas de cultivo de sequeiro (dependentes de chuva). Na escolha das áreas de CD e CA foram utilizados os critérios do manual técnico de vegetação brasileira (IBGE, 2012). Nas pastagens, as espécies mais encontradas foram capim buffel (*Cenchrus ciliaris*), capim-corrente (*Urochloa mosambicensis*), capim barba de bode (*Aristida pallens* Cav.), dentre outros. As áreas de agricultura eram geralmente cultivadas com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), milho (*Zea mays*), mamona (*Ricinus communis* L.), algodão (*Gossypium hirsutum* L.), sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.) ou palma (*Opuntia Cochenillifera*).

Para a amostragem, foi feito o cruzamento dos tipos de solos com as diferentes coberturas vegetais, com três repetições para cada situação, totalizando 48 locais de amostragens. Os locais de amostragens (Figura 3) foram selecionados utilizando o Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco - ZAPE (Araújo Filho et al., 2000). A representatividade dos tipos de solo foi calculada pela área de cobertura, considerando os polígonos onde o solo é dominante, como também as áreas que têm uma participação maior na associação de solos.

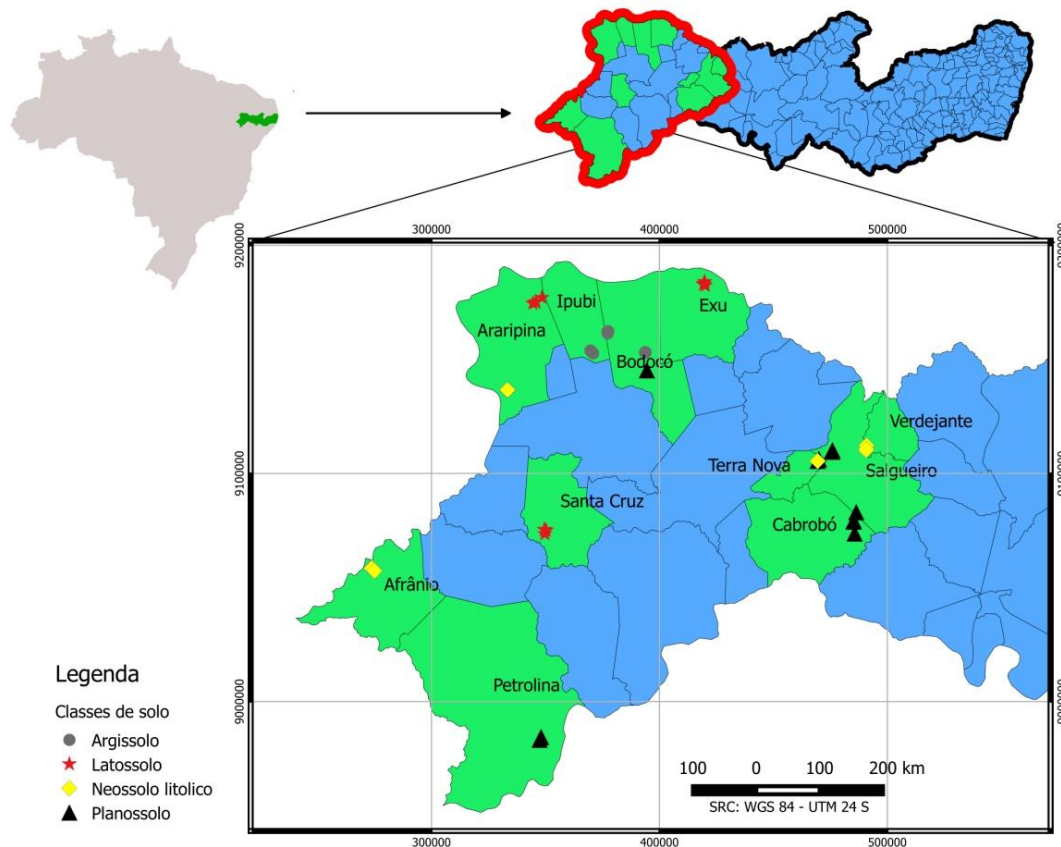


Figura 3. Locais de amostragem no Sertão do Brígida e Terra Nova. Em verde os municípios onde foram realizadas as amostragens. Mapa elaborado por Diego Marcelino do Nascimento.

O uso da terra foi atualizado por imagens de satélite e a definição dos locais de amostragem realizada através da interpretação visual com base em imagens da época chuvosa. Para a confirmação dos usos da terra, foram também obtidas imagens da época seca. Foi utilizado o sensor CCD1XS do satélite CBERS 2B, para a imagem da época seca (cena órbita 147 e ponto 110) com data de passagem em 3 de janeiro de 2009 e o sensor LIS3 do satélite IRS P6 ou Resourcesat-1 da Índia (cena órbita 337 e ponto 082) com data de passagem em 4 de março de 2012, para a época chuvosa. As imagens de cobertura vegetal foram sobrepostas aos mapas de solo (Figura 5). No campo com o auxílio de um pedólogo foi verificado se o local escolhido correspondia ao tipo de solo esperado. A escolha das áreas amostrais foi feita com o apoio da equipe de Geoprocessamento, da Embrapa Solos- UEP, Recife-PE, como também o apoio dos pedólogos Tony Jarbas Ferreira Cunha (Embrapa Semiárido) e Elmo Clarck Gomes (colaborador da Embrapa Solos - UEP, Recife-PE).

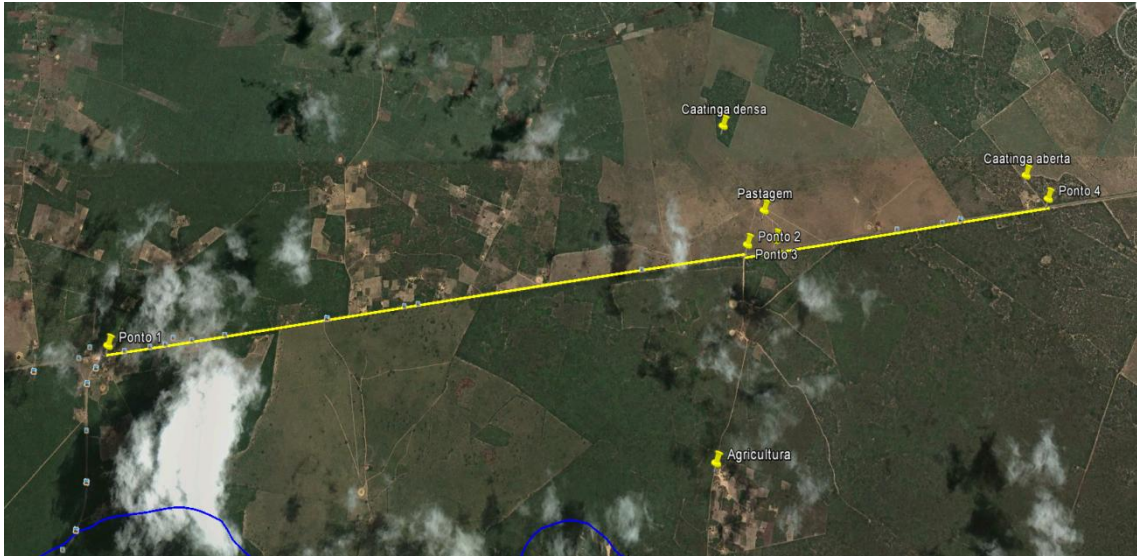


Figura 5. Imagem com a demarcação dos diferentes usos da terra em um Latossolo. Fonte: equipe de Geoprocessamento, da Embrapa Solos- UEP, Recife-PE.

3.3. Estimativas do carbono e nitrogênio do solo

Em cada ponto amostral foi aberta uma trincheira de 0,7 x 0,7 m. O solo foi coletado até a profundidade de 1 m ou até a camada de impedimento, nas camadas de: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80, 80-100 cm de profundidade. As amostras de cada camada foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório para análises de carbono e nitrogênio. Três amostras de solo, em cada camada amostrada, foram coletadas para determinar a densidade do solo pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1999). Foram utilizados anéis volumétricos de três centímetros de diâmetro e seis de altura para posterior determinação dos volumes de solo e estimativa das concentrações de C e N por área. Algumas camadas de Planossolo não tiveram suas densidades retiradas do horizonte B plânico em função da consistência dura à extremamente dura. Para o cálculo dos estoques das camadas sem amostragem da densidade foram utilizadas densidades médias mensuradas dos solos sob o mesmo uso.

As amostras para análise foram secas ao ar e passadas em peneira (2 mm) para obtenção de terra fina seca ao ar (TFSA). Uma alíquota de cada amostra foi macerada em moinho de bolas e passada em peneira com malha de 100 mesh (0,150mm) e analisada para determinar os teores de C e N. As concentrações de carbono e de nitrogênio foram determinadas pelo método da combustão seca, utilizando um analisador elementar CHN (TruSpec CHN LECO® 2006, St. Joseph, EUA). Os estoques de C e N foram obtidos pela correção de massa do solo,

utilizando-se a camada e a massa equivalente do solo através da massa de solo de referência (Ellert et al., 2001 *apud* Demessie et al., 2013), e tomando como referência áreas de caatinga densa.

Para calcular a massa equivalente, considerou-se a massa relativa do solo nos diferentes usos da terra:

$$M_{\text{solo}} = d_s \times E \times A$$

onde:

M_{solo} = massa do solo por unidade de área (Mg ha^{-1});

d_s = densidade do solo na camada (Mg m^{-3});

E = espessura de solo da camada (m);

A = unidade de área, neste caso, 1 ha (10.000 m^2).

Após definida a massa do solo, considerou-se a caatinga densa como área de referência e em seguida foi realizado o cálculo de espessura adicional, que calcula a espessura a ser adicionada ou subtraída dos diferentes usos em relação à referência. A fórmula para se calcular a espessura adicionada ou subtraída é a seguinte:

$$E_{\text{ad/sub}} = (M_{\text{ref.}} - M_{\text{area}}) \times f_{\text{ha}} / d_{\text{sarea}}$$

onde:

$E_{\text{ad/sub}}$ = espessura de solo da camada a ser adicionada (+) ou subtraída (-) (m);

$M_{\text{ref.}}$ = massa equivalente de solo do tratamento referência (Mg ha^{-1});

M_{area} = massa equivalente de solo da área (Mg ha^{-1});

f_{ha} = fator de conversão de ha para m^2 ($0,0001 \text{ ha m}^{-2}$);

d_{sarea} = densidade do solo na camada da área (Mg m^{-3});

Com os valores de massa de solo e a espessura a ser adicionada ou subtraída foram calculados os estoques de C e N pelo uso da expressão:

$$\text{Estoque} = cc \times d_s \times (E \pm E_{\text{ad/sub}}) \times A \times F_{\text{kg}} \times FC_p$$

onde:

Estoque = massa de C ou N por unidade de área em camada equivalente (Mg ha^{-1});

cc = concentração de C ou N (g kg^{-1} de solo);

ds = densidade do solo na camada (Mg m^{-3});

E = espessura de solo da camada (m);

Ead/sub= espessura de solo da camada a ser adicionada (+) ou subtraída (-) (m);

A = unidade de área, neste caso, 1 ha (10000 m^2);

Fkg = fator de conversão de kg para Mg ($0,001 \text{ Mg ha}^{-1}$);

FC_p = fator de pedregosidade ($1 - (\% \text{ cascalho}/100)$)

3.4. Análise estatística

Por se tratar de um diagnóstico ambiental dos estoques totais de C e N da região oeste do semiárido Pernambuco e tendo como repetições diferentes locais com características ambientais variando de local para local (Apêndice B) os dados não apresentaram uma distribuição normal e não atenderam os critérios de um método paramétrico. Conveniu-se utilizar o teste de Kruskal-Wallis a 5% ($P < 0,05$) de significância. É um teste não paramétrico e comumente utilizado quando os pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias estão comprometidos. As análises estatísticas foram realizadas pelo software Statística 7.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização física

A densidade do solo variou nos usos da terra e classes de solo (Tabela 1). Nos Neossolos Litólicos, na camada de 0-10 cm, a densidade foi maior na pastagem que na Caatinga densa. Tendência semelhante foi observada nas demais classes de solo, embora as diferenças não tenham sido significativas entre os usos. Costa et al. (2009) encontraram que pastagens, de diferentes idades, sobre Argissolos no sul da Bahia, tiveram maiores valores de densidade que a mata nativa e atribuíram esse resultado à pressão que o gado exerce sobre a camada superficial do solo, gerando compactação.

Na camada de 10-20 cm, na Caatinga densa a densidade foi maior nos Argissolos que nos Neossolos Litólicos. Os Neossolos Litólicos, nesta camada, tinham maior teor de argila que os Argissolos (Tabela 3). No semiárido argentino, Noellemeyer et al. (2006) encontraram densidades maiores em solos com menores teores de argila, indicando uma relação entre densidade e proporção de argila.

Na camada de 30-40 cm, nos Planossolos, a Caatinga aberta teve maior densidade ($1,70 \text{ g cm}^{-3}$) que as áreas de agricultura ($1,41 \text{ g cm}^{-3}$). Os perfis analisados no uso Caatinga aberta apresentaram horizontes B plânicos a partir da camada 30-40 cm. Tendência semelhante foi observada por Oliveira et al. (2009) que, classificando Planossolos no semiárido brasileiro, encontraram densidades de $1,72$ e $1,74 \text{ g cm}^{-3}$ nas camadas de 27-45 cm e 20-50 cm, respectivamente.

Caatingas densas e abertas nas camadas de 60-80 e 80-100 cm tiveram maiores valores de densidades nos Argissolos que nos Latossolos. Nessas camadas, os Latossolos apresentaram maiores teores de argila (Tabela 3) que os Argissolos, confirmando a tendência encontrada na camada de 0-10 cm de maiores conteúdos de argila levando a menores valores de densidade.

Nas camadas de 20-30 e 40-60 cm não houve diferença significativa nos valores de densidade entre os usos e as classes de solo. Algumas classes de solo (Argissolos e Latossolos) apresentaram densidades maiores nas camadas superficiais, resultado semelhante ao encontrado por Fracetto et al. (2012), em área de caatinga na Bahia. Segundo os autores maiores valores de densidade são encontrados em condições naturais em razão do não revolvimento e estabilidade de agregados que pode favorecer a compactação natural dos solos.

Tabela 1. Valores de densidade do solo e de cascalho, em camadas de solos sob diferentes usos na região semiárida de Pernambuco. Caatinga densa (CD); Caatinga aberta (CA); Pastagem (PA); Agricultura (AG); Argissolo (AR); Latossolo (LA); Neossolo Litólico (NL); Planossolo (PL)

Uso da Terra	Densidade do solo (g cm ³)				Cascalho (g kg ⁻¹)			
	AR	LA	NL	PL	AR	LA	NL	PL
0-10 cm								
CD	1,45 ^{aA}	1,38 ^{aA}	1,22 ^{aB}	1,47 ^{aA}	0	0	222,0	76,3
CA	1,50 ^{aA}	1,30 ^{aA}	1,34 ^{aAB}	1,52 ^{aA}	0	0	118,0	100,8
PA	1,56 ^{aA}	1,44 ^{aA}	1,44 ^{aA}	1,58 ^{aA}	0	0	200,2	0
AG	1,44 ^{aA}	1,40 ^{aA}	1,39 ^{aAB}	1,41 ^{aA}	0	0	22,5	0
10-20 cm								
CD	1,54 ^{aA}	1,32 ^{abA}	1,19 ^{bA}	1,43 ^{abA}	0	0	152,4	234,9
CA	1,50 ^{aA}	1,41 ^{aA}	1,40 ^{aA}	1,46 ^{aA}	0	0	64,7	0
PA	1,49 ^{aA}	1,44 ^{aA}	1,44 ^{aA}	1,56 ^{aA}	0	0	161,4	0
AG	1,53 ^{aA}	1,48 ^{aA}	1,41 ^{aA}	1,43 ^{aA}	0	0	25,8	0
20-30 cm								
CD	1,44	1,36	1,29	1,49	0	0	184,3	0
CA	1,47	1,40	1,38	1,55	0	0	228,8	0
PA	1,45	1,47	1,37	1,63	0	0	255,4	0
AG	1,54 _{NS}	1,49 _{NS}	1,38 _{NS}	1,42 _{NS}	0	0	40,5	0
30-40 cm								
CD	1,46 ^{aA}	1,37 ^{aA}	1,37 ^{aA}	1,50 ^{aAB}	0	0	95,4	0
CA	1,42 ^{aA}	1,40 ^{aA}	1,40 ^{aA}	1,70 ^{aA}	0	0	194,7	56,0
PA	1,38 ^{aA}	1,44 ^{aA}	1,45 ^{aA}	1,59 ^{aAB}	0	0	173,3	54,9
AG	1,45 ^{aA}	1,45 ^{aA}	1,45 ^{aA}	1,41 ^{aB}	0	0	120,1	0
40-60 cm								
CD	1,43	1,31	1,39	1,50	4,8	27,0	0	0
CA	1,36	1,36	1,43	1,76	236,8	0	79,8	0
PA	1,36	1,37	1,36	1,60	20,8	0	29,8	15,9
AG	1,39 _{NS}	1,50 _{NS}	1,50 _{NS}	1,41 _{NS}	0	0	123,2	0
60-80 cm								
CD	1,48 ^{aA}	1,34 ^{bA}	-	-	68,6	26,2	-	-
CA	1,43 ^{aA}	1,30 ^{bA}	-	-	62,8	44,9	-	-
PA	1,36 ^{aA}	1,29 ^{aA}	-	-	13,1	-	-	-
AG	1,40 ^{aA}	1,41 ^{aA}	-	-	8,1	30,9	-	-
80-100 cm								
CD	1,46 ^{aA}	1,34 ^{bA}	-	-	53,3	58,9	-	-
CA	1,44 ^{aA}	1,31 ^{bA}	-	-	-	-	-	-
PA	1,42 ^{aA}	1,31 ^{bA}	-	-	-	-	-	-
AG	1,38 ^{aA}	1,40 ^{aA}	-	-	- _{NS}	- _{NS}	-	-

*Valores médios obtidos de três repetições. Letras maiúsculas comparam médias entre os usos da terra. Letras minúsculas comparam médias entre as classes de solo. Médias sem letras não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

A pedregosidade (cascalhos – 2 a 20 mm) dos solos variou de 0 a 255,4 g kg⁻¹ (Tabela 1). Os Neossolos Litólicos continham cascalhos em todas as camadas, por serem solos pouco evoluídos e de formação recente na idade geológica. As áreas de agricultura até a camada de 30 cm tinham as menores porcentagens de cascalho, demonstrando a preocupação dos agricultores em selecionar as melhores áreas para o cultivo agrícola.

Segundo Mota et al. (2008), os aspectos físicos determinam o comportamento do solo como um todo, e dentre as principais características estão a granulometria, a densidade do solo, a densidade de partículas e a porosidade. Os valores de densidades de partículas variaram entre 2,42 e 2,64 g cm⁻³, semelhantes às de outros solos do semiárido brasileiro (Mota et al., 2008; Oliveira et al., 2003 e 2009). A densidade de partículas é considerado um atributo do solo estático e mudanças nos seus valores são perceptíveis somente após longos períodos. Já a densidade do solo, pode variar com diferentes práticas de manejo e/ou com o tempo, devido a processos naturais de adensamento (Mota, 2008).

A porosidade é uma característica diretamente afetada pela densidade, aumentando quando a densidade diminui. O uso e o manejo do solo podem alterar a densidade e, como consequência, alteram também o valor da porosidade total (Klein & Libardi, 2002). No entanto, os diferentes usos da terra no presente estudo não alteraram a porosidade natural dos solos (Tabela 2), havendo diferenças significativas entre as classes de solo e nas camadas mais profundas (40-60, 60-80 e 80-100 cm).

Tabela 2. Valores de densidade de partículas e porosidade, em camadas de solos sob diferentes usos na região semiárida de Pernambuco. Caatinga densa (CD); Caatinga aberta (CA); Pastagem (PA); Agricultura (AG); Argissolo (AR); Latossolo (LA); Neossolo Litólico (NL); Planossolo (PL)

Uso da Terra	Densidade Partículas (g cm ³)				Porosidade (%)			
	AR	LA	NL	PL	AR	LA	NL	PL
0-10 cm								
CD	2,54	2,57	2,52	2,49	43,44	44,42	50,19	41,79
CA	2,56	2,59	2,56	2,55	42,38	44,43	48,99	38,89
PA	2,56	2,59	2,54	2,53	42,08	36,22	51,47	39,54
AG	2,56 _{NS}	2,62 _{NS}	2,56 _{NS}	2,53 _{NS}	39,28 _{NS}	47,34 _{NS}	41,82 _{NS}	37,80 _{NS}
10-20 cm								
CD	2,56 ^{abA}	2,59 ^{aA}	2,42 ^{bA}	2,56 ^{abAB}	45,39	46,54	48,06	43,35
CA	2,56 ^{aA}	2,61 ^{aA}	2,59 ^{aA}	2,53 ^{aAB}	45,47	45,45	48,62	36,71
PA	2,55 ^{aA}	2,60 ^{aA}	2,52 ^{aA}	2,50 ^{aB}	43,99	44,54	48,03	38,96
AG	2,56 ^{aA}	2,58 ^{aA}	2,58 ^{aA}	2,58 ^{aA}	39,71 _{NS}	47,50 _{NS}	43,38 _{NS}	39,06 _{NS}
20-30 cm								
CD	2,53	2,58	2,56	2,46	46,49	45,05	51,74	45,61
CA	2,54	2,59	2,62	2,57	48,02	46,24	50,42	38,38
PA	2,56	2,59	2,57	2,54	46,74	45,11	48,56	37,07
AG	2,54 _{NS}	2,60 _{NS}	2,57 _{NS}	2,54 _{NS}	40,73 _{NS}	47,42 _{NS}	43,83 _{NS}	36,59 _{NS}
30-40 cm								
CD	2,56	2,64	2,58	2,47	47,35	48,35	53,02	40,76
CA	2,53	2,64	2,56	2,46	46,97	47,80	47,11	41,72
PA	2,51	2,60	2,58	2,60	46,32	45,59	49,37	37,06
AG	2,55 _{NS}	2,58 _{NS}	2,55 _{NS}	2,64 _{NS}	43,79 _{NS}	47,28 _{NS}	47,17 _{NS}	35,02 _{NS}
40-60 cm								
CD	2,54	2,56	2,53	2,49	46,09 ^{aA}	44,03 ^{aB}	44,61 ^{aA}	45,45 ^{aA}
CA	2,54	2,58	2,61	2,51	46,58 ^{aA}	47,06 ^{aAB}	49,33 ^{aA}	37,45 ^{aA}
PA	2,53	2,58	2,57	2,44	45,62 ^{aA}	47,34 ^{aAB}	50,58 ^{aA}	44,76 ^{aA}
AG	2,57 _{NS}	2,60 _{NS}	2,48 _{NS}	2,49 _{NS}	45,17 ^{abA}	49,73 ^{aA}	44,43 ^{abA}	38,07 ^{bA}
60-80 cm								
CD	2,57	2,61	-	-	45,94 ^{bA}	48,33 ^{aA}	-	-
CA	2,54	2,60	-	-	46,19 ^{aA}	47,44 ^{aA}	-	-
PA	2,58	2,60	-	-	45,99 ^{aA}	48,09 ^{aA}	-	-
AG	2,56 _{NS}	2,59 _{NS}	-	-	45,15 ^{bA}	49,43 ^{aA}	-	-
80-100 cm								
CD	2,54 ^{bA}	2,62 ^{aA}	-	-	44,77 ^{bA}	48,50 ^{aA}	-	-
CA	2,52 ^{bA}	2,61 ^{aA}	-	-	45,80 ^{aA}	47,20 ^{aA}	-	-
PA	2,53 ^{aA}	2,60 ^{aA}	-	-	46,29 ^{aA}	47,79 ^{aA}	-	-
AG	2,54 ^{aA}	2,59 ^{aA}	-	-	44,75 ^{bA}	49,98 ^{aA}	-	-

Valores médios obtidos de três repetições. Letras maiúsculas comparam médias entre os usos da terra. Letras minúsculas comparam médias entre as classes de solo. Médias sem letras não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

As granulometrias dos solos foram variáveis e não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) quanto aos diferentes usos da terra (Tabela 3). Verificou-se predominância da fração areia como tem sido relatado em diferentes locais do semiárido brasileiro (Antunes et al. 2010; Fraga & Salcedo, 2004; Maia et al. 2006/2007; Oliveira et al. 2009) e do mundo (Traoré et al., 2015; Wu et al., 2013). Já entre as classes de solo houve diferenças

significativas ($p < 0,05$). Na caatinga densa, nas profundidades de 20-30, 30-40 e 40-60 cm, os Latossolos apresentaram maiores teores de areia que os Neossolos Litólicos, com relação inversa nos teores de silte, nas mesmas profundidades (Tabela 3). Nas áreas com caatinga aberta, nas quatro camadas mais superficiais, os teores de silte nos Neossolos Litólicos foram maiores que nos Latossolos. Pastagem e agricultura, na camada de 40-60 cm, apresentaram menores valores de silte na classe dos Latossolos.

Os teores de argila, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm da caatinga densa, foram maiores nos Neossolos Litólicos que nos Planossolos. Já na camada de 30-40 cm, também na caatinga densa, os teores nos Neossolos Litólicos foram maiores que nos Latossolos. Abaixo da camada de 20-30 cm, na caatinga densa, os maiores teores de argila ocorreram nos Planossolos, o que indica o processo natural de adensamento dessa classe de solo.

Nos Argissolos, o teor de areia decresce e o de argila aumenta em profundidade, uma característica comum à classe. Os Argissolos, em geral, são caracterizados por um horizonte diagnóstico B textural formado pela perda de argila da camada superior e mobilização ao longo do perfil (Embrapa, 2013).

Os Planossolos apresentaram maior acúmulo de argila nas camadas mais subsuperficiais (Tabela 3). Essa classe de solo apresenta alta desargilização nas camadas superiores, acumulando argila em subsuperfície e normalmente tem uma mudança textural abrupta, com diferença acentuada de textura do horizonte A para o B. A eluviação de argilas nas camadas superiores acarreta um acúmulo da fração areia na superfície (Embrapa, 2013).

A granulometria influencia na dinâmica do carbono nos solos. Gatto et al. (2010) verificaram que Latossolos com mais de 60% de argila estocavam mais carbono, em área de eucalipto. As argilas podem formar complexos argilo-orgânicos, que são menos susceptíveis a decomposição, proporcionando maior proteção física ao carbono. Noellemeyer et al. (2006) encontraram correlação ($r^2=0,53$) entre o conteúdo de argila+silte e o carbono orgânico do solo, na camada de 0-6 cm, na região semiárida dos pampas argentinos.

Tabela 3. Análise granulométrica, em camadas de solos sob diferentes usos na região semiárida de Pernambuco. Caatinga densa (CD); Caatinga aberta (CA); Pastagem (PA); Agricultura (AG); Argissolo (AR); Latossolo (LA); Neossolo Litólico (NL); Planossolo (PL)

Uso da Terra	Areia (g kg ⁻¹)				Silte (g kg ⁻¹)				Argila (g kg ⁻¹)			
	AR	LA	NL	PL	AR	LA	NL	PL	AR	LA	NL	PL
0-10 cm												
CD	765	772	447	707	117 ^{aA}	84 ^{aA}	333 ^{aA}	241 ^{aA}	119 ^{abA}	144 ^{abA}	221 ^{aA}	51 ^{bA}
CA	725	788	479	753	168 ^{abA}	76 ^{bA}	325 ^{aA}	198 ^{abA}	107 ^{aA}	137 ^{aA}	196 ^{aA}	49 ^{aA}
PA	779	801	518	694	110 ^{aA}	66 ^{aA}	301 ^{aA}	252 ^{aA}	112 ^{aA}	133 ^{aA}	181 ^{aA}	53 ^{aA}
AG	798 _{NS}	721 _{NS}	617 _{NS}	796 _{NS}	141 ^{aA}	91 ^{aA}	291 ^{aA}	189 ^{aA}	61 ^{abA}	188 ^{aA}	92 ^{abA}	15 ^{bA}
10-20 cm												
CD	716	749	388	661	124 ^{aA}	81 ^{aA}	301 ^{aA}	260 ^{aA}	160 ^{abA}	171 ^{abA}	311 ^{aA}	79 ^{bA}
CA	665	758	493	723	154 ^{abA}	77 ^{bA}	279 ^{aA}	232 ^{abA}	181 ^{aA}	165 ^{aA}	228 ^{aA}	46 ^{aA}
PA	702	771	499	686	132 ^{aA}	73 ^{aA}	280 ^{aA}	213 ^{aA}	167 ^{aA}	156 ^{aA}	221 ^{aA}	101 ^{aA}
AG	812 _{NS}	662 _{NS}	643 _{NS}	760 _{NS}	116 ^{aA}	90 ^{aA}	248 ^{aA}	210 ^{aA}	71 ^{aA}	248 ^{aA}	110 ^{aA}	30 ^{aA}
20-30 cm												
CD	624 ^{abA}	800 ^{aA}	370 ^{bA}	516 ^{abA}	158 ^{abA}	50 ^{bA}	261 ^{aA}	202 ^{abA}	218 ^{aA}	150 ^{aA}	369 ^{aA}	282 ^{aA}
CA	598 ^{aA}	725 ^{aA}	501 ^{aA}	724 ^{aA}	137 ^{abA}	79 ^{bA}	258 ^{aA}	157 ^{abA}	265 ^{aA}	196 ^{aA}	241 ^{aA}	120 ^{aA}
PA	620 ^{aA}	741 ^{aA}	415 ^{aA}	779 ^{aA}	154 ^{abA}	69 ^{bA}	321 ^{aA}	156 ^{abA}	225 ^{aA}	191 ^{aA}	264 ^{aA}	64 ^{aA}
AG	757 ^{aA}	666 ^{aA}	554 ^{aA}	798 ^{aA}	117 ^{aA}	95 ^{aA}	273 ^{aA}	155 ^{aA}	127 ^{abA}	239 ^{aA}	173 ^{abA}	47 ^{bA}
30-40 cm												
CD	602 ^{abA}	794 ^{aA}	340 ^{bA}	574 ^{abA}	163 ^{abA}	60 ^{bA}	239 ^{aA}	179 ^{abA}	236 ^{abA}	147 ^{bA}	422 ^{aA}	248 ^{abA}
CA	557 ^{aA}	714 ^{aA}	491 ^{aA}	633 ^{aA}	163 ^{abA}	69 ^{bA}	286 ^{aA}	134 ^{abA}	280 ^{aA}	218 ^{aA}	224 ^{aA}	233 ^{aA}
PA	613 ^{aA}	723 ^{aA}	483 ^{aA}	544 ^{aA}	141 ^{aA}	67 ^{aA}	259 ^{aA}	392 ^{aA}	246 ^{aA}	210 ^{aA}	258 ^{aA}	64 ^{aA}
AG	710 ^{aA}	654 ^{aA}	491 ^{aA}	829 ^{aA}	118 ^{aA}	94 ^{aA}	247 ^{aA}	116 ^{aA}	172 ^{aA}	252 ^{aA}	262 ^{aA}	55 ^{aA}
40-60 cm												
CD	568 ^{abA}	733 ^{aA}	345 ^{bA}	530 ^{abA}	185 ^{abA}	66 ^{bA}	271 ^{aA}	154 ^{abA}	247	201	384	317
CA	554 ^{aA}	621 ^{aA}	537 ^{aA}	604 ^{aA}	164 ^{aA}	99 ^{aA}	232 ^{aA}	219 ^{aA}	283	280	231	177
PA	599 ^{aA}	652 ^{aA}	469 ^{aA}	559 ^{aA}	159 ^{abA}	69 ^{bA}	231 ^{aA}	175 ^{abA}	242	280	300	267
AG	669 ^{aA}	623 ^{aA}	543 ^{aA}	696 ^{aA}	141 ^{abA}	102 ^{bA}	330 ^{aA}	184 ^{abA}	191 _{NS}	276 _{NS}	127 _{NS}	119 _{NS}
60-80 cm												
CD	571	581	-	-	180 ^{aA}	103 ^{aA}	-	-	250 ^{bA}	316 ^{aA}	-	-
CA	558	576	-	-	180 ^{aA}	113 ^{aA}	-	-	262 ^{aA}	311 ^{aA}	-	-
PA	579	585	-	-	175 ^{aA}	89 ^{bA}	-	-	245 ^{aA}	327 ^{aA}	-	-
AG	635 _{NS}	597 _{NS}	-	-	150 ^{aA}	109 ^{aA}	-	-	216 ^{bA}	294 ^{aA}	-	-
80-100 cm												
CD	565	580	-	-	190	126	-	-	245	294	-	-
CA	568	568	-	-	168	127	-	-	265	305	-	-
PA	566	555	-	-	192	112	-	-	242	333	-	-
AG	623 _{NS}	618 _{NS}	-	-	155 _{NS}	106 _{NS}	-	-	222 _{NS}	276 _{NS}	-	-

Valores médios obtidos de três repetições. Letras maiúsculas comparam médias entre os usos da terra. Letras minúsculas comparam médias entre as classes de solo. Médias sem letras não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

4.2. Concentrações e estoques de carbono e nitrogênio em diferentes usos da terra em quatro classes de solo no semiárido de Pernambuco

Nos Argissolos e Latossolos, os diferentes usos da terra não resultaram em diferenças significativas nas concentrações de carbono (C) e de nitrogênio (N) (Tabela 4). Esses resultados diferem dos outros estudos realizados na região semiárida (Demessie et al., 2013; Fraga e Salcedo, 2004; Tiessen et al., 1992). Entretanto, resultados semelhantes foram relatados em outros ecossistemas: Coutinho et al. (2010) não encontraram diferença significativa nos teores de C e N entre diferentes usos da terra (mata atlântica, eucalipto e pastagem). Pillon et al. (2011), em um Argissolo no Rio Grande do Sul, não encontraram diferenças de C entre áreas de mata nativa, *Eucalyptus saligna* com diferentes idades e pastagem com predominância de *Brachiaria brizantha* consorciada com *Paspalum lourai* e *Trifolium sp.*

Nos Neossolos Litólicos, na camada de 0-10 cm (Tabela 4), as áreas de pastagem apresentaram maiores concentrações de C que as áreas de agricultura. Esse dado, provavelmente, indica um maior aporte de biomassa radicular e/ou aérea nas pastagens, na camada superior. Albuquerque (2015), no oeste de Pernambuco, calculou a distribuição em profundidade de biomassa radicular por classe de diâmetro (raízes finas e grossas) em áreas de vegetação densa, vegetação aberta, pastagem e agricultura. Nas pastagens sobre Neossolos Litólicos, do total das raízes ao longo do perfil (3,5 Mg ha⁻¹), 61% das raízes finas (2,1 Mg ha⁻¹), de mais fácil decomposição, estavam na camada de 0-10 cm. A vegetação densa, vegetação aberta e agricultura tiveram proporções de 16% (1,6 Mg ha⁻¹), 12% (1,2 Mg ha⁻¹) e 9% (0,01 Mg ha⁻¹) de raízes finas na camada de 0-10 cm, respectivamente.

O maior teor de C nas pastagens é observado somente na primeira camada, não havendo diferença significativa nas camadas de 10-20 e 20-30 cm entre os usos. Já nas camadas de 30-40 e 40-60 cm dos Neossolos Litólicos, a caatinga densa foi significativamente o uso da terra com as maiores concentrações de carbono.

Nos Planossolos, na camada de 20-30 cm, a caatinga densa tem maior teor de C que a agricultura. Resultados semelhantes foram encontrados em Planossolos no município de Jataúba-PE, onde em ambiente conservado as concentrações foram de 8,7 e 8,9 g kg⁻¹ C, nas profundidades de 0-14 e 0-17 cm, enquanto que em ambiente degradado foram de 5,6 e 3,6 g kg⁻¹ C nas profundidades de 0-9 e 0-20 cm, respectivamente (Galindo et al., 2008).

Tabela 4. Concentrações de carbono e nitrogênio e relação C/N, em camadas de solos sob diferentes usos na região semiárida de Pernambuco. Caatinga densa (CD); Caatinga aberta (CA); Pastagem (PA); Agricultura (AG); Argissolo (AR); Latossolo (LA); Neossolo Litólico (NL); Planossolo (PL)

Uso da Terra	Carbono (g kg ⁻¹)				Nitrogênio (g kg ⁻¹)				Relação C/N			
	AR	LA	NL	PL	AR	LA	NL	PL	AR	LA	NL	PL
0-10 cm												
CD	14,0 ^{aA}	10,0 ^{aA}	16,2 ^{aAB}	7,6 ^{aA}	1,0 ^{aA}	0,7 ^{aA}	1,4 ^{aAB}	0,7 ^{aA}	13,5 ^{aA}	14,8 ^{aA}	11,5 ^{aA}	10,5 ^{aA}
CA	10,1 ^{aA}	8,4 ^{aA}	11,2 ^{aAB}	5,6 ^{aA}	0,9 ^{aA}	0,6 ^{aA}	1,0 ^{aAB}	0,6 ^{aA}	11,5 ^{abA}	14,7 ^{aA}	11,9 ^{abA}	9,1 ^{bA}
PA	11,2 ^{abA}	7,2 ^{abA}	22,5 ^{aA}	5,0 ^{bA}	1,0 ^{aA}	0,5 ^{aA}	1,9 ^{aA}	0,6 ^{aA}	11,6 ^{aA}	14,4 ^{aA}	12,0 ^{aA}	7,8 ^{aA}
AG	10,8 ^{aA}	7,9 ^{aA}	4,2 ^{aB}	2,9 ^{aA}	0,9 ^{aA}	0,6 ^{aA}	0,5 ^{aB}	0,4 ^{aA}	12,7 ^{aA}	12,6 ^{aA}	8,3 ^{aA}	7,0 ^{aA}
10-20 cm												
CD	10,3 ^{aA}	8,6 ^{aA}	8,4 ^{aA}	4,6 ^{aA}	0,8 ^{aA}	0,6 ^{aA}	0,9 ^{aA}	0,5 ^{aA}	12,5	13,1	9,8	9,3
CA	8,0 ^{aA}	6,0 ^{aA}	7,5 ^{aA}	6,2 ^{aA}	0,8 ^{aA}	0,4 ^{aA}	0,7 ^{aA}	0,5 ^{aA}	10,7	16,3	10,3	11,1
PA	8,2 ^{aA}	6,4 ^{aA}	9,5 ^{aA}	3,3 ^{aA}	0,8 ^{aA}	0,5 ^{aA}	0,9 ^{aA}	0,4 ^{aA}	10,7	14,8	10,6	7,4
AG	8,6 ^{aA}	5,9 ^{abA}	4,2 ^{abA}	2,1 ^{bA}	0,8 ^{aA}	0,5 ^{abA}	0,6 ^{abA}	0,4 ^{bA}	10,5 ^{NS}	10,9 ^{NS}	7,3 ^{NS}	5,7 ^{NS}
20-30 cm												
CD	7,6 ^{aA}	6,5 ^{aA}	7,8 ^{aA}	5,1 ^{aA}	0,7 ^{aA}	0,5 ^{aA}	0,8 ^{aA}	0,6 ^{aA}	11,6 ^{aA}	12,7 ^{aA}	9,9 ^{aA}	9,1 ^{aA}
CA	6,3 ^{aA}	5,8 ^{aA}	7,3 ^{aA}	3,3 ^{aAB}	0,7 ^{aA}	0,5 ^{aA}	0,7 ^{aA}	0,5 ^{aAB}	9,0 ^{aA}	13,3 ^{aA}	10,1 ^{aA}	7,1 ^{aA}
PA	6,4 ^{aA}	5,7 ^{aA}	6,2 ^{aA}	2,2 ^{aAB}	0,7 ^{aA}	0,4 ^{aA}	0,7 ^{aA}	0,4 ^{aAB}	10,0 ^{aA}	17,7 ^{aA}	9,8 ^{aA}	5,1 ^{aA}
AG	7,1 ^{aA}	4,4 ^{abA}	3,6 ^{abA}	1,5 ^{bB}	0,7 ^{aA}	0,5 ^{abA}	0,5 ^{abA}	0,3 ^{bB}	10,0 ^{aA}	9,3 ^{abA}	7,2 ^{abA}	4,7 ^{bA}
30-40 cm												
CD	5,9 ^{aA}	5,5 ^{aA}	8,2 ^{aA}	3,6 ^{aA}	0,6 ^{aA}	0,5 ^{aA}	0,8 ^{aA}	0,5 ^{aA}	10,4	11,4	12,0	8,0
CA	5,2 ^{aA}	4,9 ^{aA}	5,1 ^{aAB}	3,5 ^{aA}	0,5 ^{aA}	0,4 ^{aA}	0,6 ^{aA}	0,5 ^{aA}	10,1	13,3	9,5	7,6
PA	5,3 ^{aA}	4,8 ^{aA}	4,5 ^{aAB}	2,3 ^{aA}	0,7 ^{aA}	0,6 ^{aA}	0,6 ^{aA}	0,4 ^{aA}	8,1	8,5	9,1	6,3
AG	6,0 ^{aA}	3,8 ^{abA}	3,0 ^{abB}	1,2 ^{bA}	0,7 ^{aA}	0,4 ^{abA}	0,4 ^{abA}	0,2 ^{bA}	8,6 ^{NS}	10,1 ^{NS}	8,0 ^{NS}	5,6 ^{NS}
40-60 cm												
CD	5,8 ^{aA}	4,3 ^{aA}	6,9 ^{aA}	3,2 ^{aA}	0,5	0,4	0,6	0,5	11,1	13,7	15,2	6,0
CA	4,2 ^{aA}	4,2 ^{aA}	4,2 ^{aAB}	1,9 ^{aA}	0,5	0,3	0,4	0,3	9,1	13,2	10,5	6,3
PA	4,1 ^{aA}	5,1 ^{aA}	4,2 ^{aAB}	2,9 ^{aA}	0,5	0,4	0,4	0,3	8,2	12,8	12,1	8,6
AG	5,7 ^{aA}	3,6 ^{abA}	2,9 ^{abB}	1,3 ^{bA}	0,8 ^{NS}	0,4 ^{NS}	0,4 ^{NS}	0,4 ^{NS}	7,1 ^{NS}	8,2 ^{NS}	8,6 ^{NS}	3,6 ^{NS}
60-80 cm												
CD	5,6	3,8	-	-	0,5 ^{aA}	0,4 ^{bA}	-	-	12,1	11,0	-	-
CA	3,6	3,5	-	-	0,5 ^{aA}	0,3 ^{aA}	-	-	7,7	12,2	-	-
PA	3,8	4,2	-	-	0,5 ^{aA}	0,5 ^{aA}	-	-	7,5	8,7	-	-
AG	4,8 ^{NS}	3,2 ^{NS}	-	-	0,6 ^{aA}	0,3 ^{aA}	-	-	8,4 ^{NS}	9,7 ^{NS}	-	-
80-100 cm												
CD	3,9	3,7	-	-	0,4 ^{aA}	0,3 ^{aA}	-	-	9,1	13,1	-	-
CA	2,9	3,3	-	-	0,4 ^{aA}	0,2 ^{aA}	-	-	7,9	16,5	-	-
PA	3,2	3,3	-	-	0,6 ^{aA}	0,4 ^{aA}	-	-	5,6	7,5	-	-
AG	4,4 ^{NS}	3,4 ^{NS}	-	-	0,6 ^{aA}	0,4 ^{bA}	-	-	6,8 ^{NS}	9,5 ^{NS}	-	-

Valores médios obtidos de três repetições. Letras maiúsculas comparam médias entre os usos da terra. Letras minúsculas comparam médias entre as classes de solo. Médias sem letras não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

Diferenças entre as classes de solo foram observadas na pastagem, na camada 0-10 cm, tendo o Neossolo Litólico a maior concentração de C e o Planossolo a menor. A biomassa de raízes nas pastagens nessas classes de solo, na camada de 0-10 cm, teve distribuição semelhante: 2,2, 1,5, 0,7 e 0,4 Mg ha⁻¹, nos Neossolos Litólicos, Argissolos, Latossolos e Planossolos, respectivamente (Albuquerque, 2015). Na agricultura, nas camadas de 10-20, 20-

30, 30-40 e 40-60 cm, o Argissolo apresentou os maiores teores de C, enquanto novamente o Planossolo apresentou os menores valores. Não houve diferenças significativas nas camadas mais profundas (60-80 e 80-100 cm).

O padrão das concentrações de N foi semelhante ao das concentrações de C (Tabela 4). Diferenças entre os usos da terra foram observados nos Neossolos Litólicos, na camada de 0-10 cm, tendo às pastagens as maiores concentrações de N, possivelmente devido ao maior acúmulo de biomassa radicular nesta camada superior. Essa tendência não é vista nas demais camadas. Houve diferença entre os diferentes usos da terra nos Planossolos na camada de 20-30 cm onde a caatinga densa apresentou os maiores valores de N. Os Latossolos sob caatinga densa e agricultura, nas camadas de 60-80 e 80-100 cm, respectivamente, tiveram concentrações menores de N que os Argissolos nos mesmos usos. Em relação às classes de solo, os Argissolos sob agricultura, nas camadas de 10-20, 20-30 e 30-40 cm, tiveram as maiores concentrações de N.

Os resultados apresentados são semelhantes aos de trabalhos desenvolvidos em outras regiões semiáridas do mundo. Wu et al. (2013) encontraram 17,6 e 13,2 g kg⁻¹ de C orgânico e 2,0 e 1,5 g kg⁻¹ de N total, na camada de 0-25cm, em estepes típicas e áridas, respectivamente, no semiárido da Mongólia, na China. No semiárido argentino, em solos do tipo Sandy Loam Haplustoll, sob vegetação nativa dos Pampas, foram encontrados teores de C orgânico de 27,9 e 11,1 g kg⁻¹ e N total 2,1 e 0,9 g kg⁻¹, nas camadas de 0-10 e 10-20, respectivamente (Urioste et al., 2006). Traoré et al (2015), em Burkina Faso, compararam dois tipos de solos (Cambissolos e Luvisolos) com dois tipos de cobertura do solo (vegetação nativa e degradada) e relataram concentrações de C sob vegetação nativa de 10,7 e 8,1 g kg⁻¹ e em área degradada de 5,5 e 3,7 g kg⁻¹, em Cambissolos e Luvisolos, respectivamente. As concentrações de N ficaram em 0,89 e 0,68 g kg⁻¹ sob vegetação nativa, e 0,48 e 0,31 g kg⁻¹ nas áreas degradadas, nos Cambissolos e Luvisolos, respectivamente.

O conteúdo do C no solo depende, dentre outros fatores, do clima, do conteúdo e natureza das argilas, do uso da terra e do sistema de manejo e drenagem (Ebeling et al., 2013). A deficiência hídrica é o principal limitante em ambientes semiáridos (Martins et al., 2010). Com a baixa pluviosidade típica dessa região, o desenvolvimento da vegetação, seja ela Caatinga, pastos ou áreas agrícolas, é limitado. Em áreas de matas nativas de regiões áridas e semiáridas, as concentrações de C e N são menores que as encontradas sob matas úmidas (Post et al., 1982). Sem a umidade necessária, na maior parte do ano no semiárido, a atividade microbiana reduz-se levando, conseqüentemente, a diminuição da taxa de decomposição da

matéria orgânica (Moreira e Siqueira, 2007), não havendo perdas consideráveis de carbono e nitrogênio.

A relação C/N não seguiu padrões nítidos de distribuição entre classes de solo e/ou uso da terra (tabela 4), como as concentrações e estoques que tiveram os maiores valores em superfície. Embora a menor relação C/N tenha ocorrido nas camadas mais profundas. Essa menor relação C/N em profundidade pode ser devido à maior perda de C (CO_2) nas camadas superficiais, tendo o resíduo incorporado ao longo do perfil maior retenção de N do que de C. A relação C/N das camadas superiores é mais semelhante à dos resíduos que se depositam no solo, que a relação C/N das camadas mais profundas.

Os estoques de carbono e nitrogênio (Tabela 5) seguiram tendências semelhantes às das concentrações de C e N (Tabela 4). Na camada de 0-10 cm dos Planossolos, a caatinga densa apresentou maiores estoques que as áreas agrícolas. Já nos Neossolos Litólicos, apesar de diferença absoluta maior em relação aos Planossolos, não houve diferenças significativas, mostrando que há uma grande variabilidade entre os locais (Tabela 5). Exceção é a camada de 40-60 cm, onde os estoques de C nas áreas agrícolas foram significativamente menores que na caatinga densa. Nas áreas agrícolas, nas camadas 10-20, 20-30 e 30-40 cm, os estoques de C foram maiores nos Argissolos que nos Planossolos. Nas profundidades de 60-80 e 80-100 cm, não houve diferenças significativas entre usos da terra e classes de solo (Tabela 5).

A quantidade de C na camada de 0-10 cm, em Argissolos sob caatinga densa ($20,3 \text{ Mg ha}^{-1}$) teve valor semelhante ao relatado por Kauffman et al. (1993), que encontraram estoque de C de 18 Mg ha^{-1} , na camada de 0-10 cm, em Argissolo, sob caatinga hiperxerófila, no município de Serra Talhada-PE. Entretanto, nos Argissolos as quantidades foram maiores que as encontradas por Giongo et al. (2011b), na camada 0-10 cm, em Argissolos localizados em Petrolina-PE, que foram $10,8$, $7,0$, $6,8$ e $4,51 \text{ Mg ha}^{-1}$ de C em caatinga preservada, caatinga alterada, pastagem com capim buffel e cultivo de mangueiras, respectivamente. Estimativas também diferentes de estoques de C foram observadas nos Argissolos sob caatinga no período seco por Amorim (2009), no município de Petrolina-PE, que encontrou valores de $16,5 \text{ Mg ha}^{-1}$, $11,8 \text{ Mg ha}^{-1}$ e $9,8 \text{ Mg ha}^{-1}$, nas camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm, respectivamente.

Tabela 5. Estoques de C e N, em camadas de solos sob diferentes usos na região semiárida de Pernambuco. Caatinga densa (CD); Caatinga aberta (CA); Pastagem (PA); Agricultura (AG); Argissolo (AR); Latossolo (LA); Neossolo Litólico (NL); Planossolo (PL)

Uso da Terra	Carbono Total (Mg ha ⁻¹)				Nitrogênio Total (Mg ha ⁻¹)			
	AR	LA	NL	PL	AR	LA	NL	PL
0-10 cm								
CD	20,3(2,7) ^{aA}	14,0(2,8) ^{aA}	16,6(4,9) ^{aA}	10,1(0,5) ^{aA}	1,5(0,1)	0,9(0,1)	1,4(0,4)	1,0(0,1)
CA	14,6(2,3) ^{aA}	11,6(1,9) ^{aA}	12,3(1,8) ^{aA}	7,2(0,2) ^{aAB}	1,2(0,1)	0,8(0,1)	1,0(0,1)	0,8(0,0)
PA	16,2(4,0) ^{aA}	10,0(0,9) ^{aA}	25,4(3,5) ^{aA}	7,3(1,5) ^{aAB}	1,3(0,3)	0,7(0,1)	2,1(0,3)	0,9(0,2)
AG	15,7(2,2) ^{aA}	10,9(1,1) ^{aA}	5,2(0,9) ^{aA}	4,2(1,0) ^{aB}	1,3(0,3) NS	0,9(0,0) NS	0,6(0,1) NS	0,6(0,1) NS
10-20 cm								
CD	15,8(0,7) ^{aA}	11,4(2,1) ^{aA}	8,8(2,1) ^{aA}	5,1(1,3) ^{aA}	1,3(0,1)	0,9(0,1)	0,9(0,1)	0,6(0,2)
CA	12,3(1,1) ^{aA}	7,9(1,2) ^{aA}	8,4(0,8) ^{aA}	8,9(2,6) ^{aA}	1,2(0,1)	0,5(0,1)	0,8(0,1)	0,8(0,1)
PA	12,6(2,2) ^{aA}	8,4(1,0) ^{aA}	9,1(0,5) ^{aA}	4,7(0,8) ^{aA}	1,2(0,1)	0,6(0,1)	0,9(0,1)	0,6(0,0)
AG	13,3(1,8) ^{aA}	7,6(1,5) ^{abA}	4,9(0,9) ^{abA}	3,1(0,1) ^{bA}	1,3(0,2) NS	0,7(0,0) NS	0,7(0,1) NS	0,5(0,0) NS
20-30 cm								
CD	11,0(1,2) ^{aA}	8,6(1,0) ^{aA}	8,9(2,7) ^{aA}	7,6(0,5) ^{aA}	1,0(0,1) ^{aA}	0,7(0,1) ^{aA}	0,9(0,2) ^{aA}	0,8(0,0) ^{aA}
CA	9,1(1,5) ^{aA}	7,9(1,4) ^{aA}	7,1(1,1) ^{aA}	3,5(1,0) ^{aA}	1,0(0,1) ^{aA}	0,6(0,1) ^{aA}	0,7(0,1) ^{aA}	0,5(0,2) ^{aA}
PA	9,2(1,6) ^{aA}	7,8(0,5) ^{aA}	5,8(1,1) ^{aA}	3,2(0,6) ^{aA}	0,9(0,1) ^{aA}	0,6(0,1) ^{aA}	0,6(0,1) ^{aA}	0,6(0,0) ^{aA}
AG	10,2(0,7) ^{aA}	6,0(1,1) ^{abA}	4,4(0,3) ^{abA}	2,2(0,2) ^{bA}	1,1(0,1) ^{aA}	0,6(0,1) ^{abA}	0,6(0,0) ^{abA}	0,5(0,0) ^{bA}
30-40 cm								
CD	8,6(0,8) ^{aA}	7,6(1,1) ^{aA}	10,7(2,9) ^{aA}	5,4(0,0) ^{aA}	0,8(0,1) ^{aAB}	0,7(0,1) ^{aA}	1,0(0,1) ^{aA}	0,7(0,0) ^{aA}
CA	6,2(0,1) ^{aA}	6,7(1,3) ^{aA}	6,2(1,1) ^{aA}	4,9(0,5) ^{aA}	0,6(0,1) ^{aB}	0,6(0,1) ^{aA}	0,7(0,2) ^{aA}	0,6(0,1) ^{aA}
PA	7,7(1,6) ^{aA}	6,5(0,7) ^{aA}	5,5(1,1) ^{aA}	3,2(0,2) ^{aA}	0,9(0,1) ^{aAB}	0,8(0,0) ^{aA}	0,7(0,2) ^{aA}	0,5(0,1) ^{aA}
AG	8,8(0,8) ^{aA}	5,2(0,9) ^{abA}	4,1(0,3) ^{abA}	1,8(0,0) ^{bA}	1,0(0,1) ^{aA}	0,5(0,0) ^{abA}	0,6(0,1) ^{abA}	0,4(0,0) ^{bA}
40-60 cm								
CD	16,4(2,6) ^{aA}	11,1(1,6) ^{aA}	9,5(0,2) ^{aA}	9,5(0,0) ^{aA}	1,5(0,2) ^{aAB}	0,9(0,1) ^{aA}	0,8(0,2) ^{aA}	1,6(0,0) ^{aA}
CA	7,4(1,1) ^{aA}	11,2(2,1) ^{aA}	5,2(0,8) ^{aAB}	6,1(1,3) ^{aA}	0,8(0,1) ^{aB}	0,9(0,1) ^{aA}	0,5(0,1) ^{aA}	1,0(0,2) ^{aA}
PA	10,(2,1) ^{aA}	13,6(3,1) ^{aA}	5,6(0,5) ^{aAB}	8,7(0,0) ^{aA}	1,3(0,2) ^{aAB}	1,1(0,1) ^{aA}	0,6(0,1) ^{aA}	1,0(0,0) ^{aA}
AG	16,0(1,4) ^{aA}	9,7(1,9) ^{aA}	3,7(0,9) ^{aB}	3,9(0,2) ^{aA}	2,3(0,1) ^{aA}	1,2(0,1) ^{abA}	0,4(0,0) ^{bA}	1,1(0,1) ^{abA}
60-80 cm								
CD	15,2(2,5)	9,8(2,0)	-	-	1,3(0,1) ^{aA}	0,9(0,0) ^{bA}	-	-
CA	9,4(1,0)	9,3(1,8)	-	-	1,3(0,1) ^{aA}	0,8(0,2) ^{aA}	-	-
PA	9,9(1,6)	11,0(2,4)	-	-	1,3(0,3) ^{aA}	1,3(0,1) ^{aA}	-	-
AG	13,6(1,4) NS	8,7(1,4) NS	-	-	1,7(0,3) ^{aA}	0,9(0,1) ^{bA}	-	-
80-100 cm								
CD	11,1(1,3)	9,6(2,1)	-	-	1,2(0,2) ^{aA}	0,8(0,2) ^{aA}	-	-
CA	7,8(0,4)	8,7(1,9)	-	-	1,1(0,2) ^{aA}	0,6(0,1) ^{aA}	-	-
PA	9,0(1,9)	8,8(1,7)	-	-	1,6(0,3) ^{aA}	1,1(0,1) ^{aA}	-	-
AG	11,9(1,0) NS	9,1(1,5) NS	-	-	1,8(0,1) ^{aA}	0,9(0,1) ^{bA}	-	-

Valores médios obtidos de três repetições seguidos pelo erro padrão entre parênteses. Letras maiúsculas comparam médias entre os usos da terra. Letras minúsculas comparam médias entre as classes de solo. Médias sem letras não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

Antunes et al., (2010) estudando Neossolos Litólicos sob vegetação nativa em Sertânia-PE encontrou estoque de $23,1 \text{ Mg ha}^{-1}$ na camada de 0-12 cm, resultado um pouco maior do que o encontrado na camada de 0-10 cm em caatinga densa sobre Neossolos Litólicos do presente estudo ($16,6 \text{ Mg ha}^{-1}$). Na camada de 0-30 cm, os resultados de estoque de C foram de $37,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ (Antunes et al., 2010), valor próximo ao encontrado no presente trabalho no sertão oeste de Pernambuco ($34,3 \text{ Mg ha}^{-1}$). No mesmo estudo, estoques de $17,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ de C foram encontrados em Latossolo sob vegetação nativa na chapada do Araripe, valor semelhante ao encontrado nos Latossolos do presente trabalho ($14,0 \text{ Mg ha}^{-1}$). Latossolos sob caatinga nativa na região de Irecê-BA (Fracetto et al., 2012) apresentaram maiores estoques de C ($41,1$, $28,0$ e $18,9 \text{ Mg ha}^{-1}$) que os estoques dos Latossolos do presente estudo ($14,0$, $11,4$ e $8,6 \text{ Mg ha}^{-1}$) nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm. Esse maior estoque na região de Irecê pode ser explicado pela fertilidade natural maior dos solos dessa área.

Os estoques de N não diferiram significativamente nas camadas superficiais (0-10 e 10-20 cm). Nas camadas 30-40 e 40-60 cm dos Argissolos, as áreas agrícolas tinham maiores estoques que áreas de caatingas abertas. Nestas camadas e na de 20-30 cm, nas áreas agrícolas os Argissolos estocaram mais N que os Planossolos, um padrão semelhante ao dos estoques de C. Os Argissolos estocaram mais N que os Latossolos nas caatingas densas e áreas agrícolas nas camadas de 60-80 e 80-100 cm, respectivamente.

Os resultados de estoques de N encontrados em caatinga densa sobre Latossolos no presente estudo ($0,9$, $0,9$ e $0,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ nas camadas, 0-10, 10-20 e 20-30 cm) foram bem menores que os valores encontrados por Fracetto et al. (2012) em caatinga nativa em Irecê na Bahia ($3,51$, $3,57$ e $3,61 \text{ Mg ha}^{-1}$). Resultados diferentes podem ser explicados pela variabilidade ambiental da região semiárida.

O baixo acúmulo de matéria orgânica nos solos do semiárido é causado pela limitada produção de biomassa vegetal e a rápida mineralização no período chuvoso, o que faz com que a maioria dos solos da região apresente pouco nitrogênio (Salcedo & Sampaio, 2008). A reposição de nitrogênio no semiárido é realizada principalmente pela associação de leguminosas com rizóbios, que são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico (Freitas & Sampaio, 2008).

Os estoques de C e N diminuíram com o aumento da profundidade (Tabela 5), possivelmente devido ao maior aporte de serapilheira e, consequentemente, de matéria orgânica em superfície. Existem poucos dados publicados sobre os estoques de C e N até um metro de profundidade no semiárido nordestino (Galindo et al., 2008; Oliveira et al., 2009). A

maioria das pesquisas realizadas sobre os estoques de C e N concentrando-se nas camadas superiores do solo (0-40 cm).

Analisando as variáveis que podem afetar os teores e estoques de C e N nos solos no presente estudo (Tabela 6), observou-se que a presença de cascalhos tendeu a se correlacionar de forma negativa com os estoques de C e N, o que já era esperado, pois a presença de pedras diminui a massa do solo. A porosidade correlacionou-se tanto com as concentrações como com os estoques de C e N. O teor de areia influenciou negativamente as concentrações de N, por outro lado o teor de silte+argila correlacionou-se positivamente. Por fim, o conteúdo de argilas correlacionou-se positivamente com os estoques de C.

Tabela 6. Coeficientes de correlação entre características dos solos e as concentrações e estoques de C e N na região semiárida de Pernambuco

VARIÁVEIS	Concentrações (g kg ⁻¹)		Estoques (Mg ha ⁻¹)	
	N	C	N	C
Densidade (g cm ³)	-0,24	-0,08	-0,07	0,04
Pedregosidade	0,11	0,08	-0,58*	-0,46*
Densidade de partículas (g cm ³)	0,12	0,10	0,12	0,14
Porosidade (%)	0,39*	0,32*	0,34*	0,33*
Areia	-0,36*	-0,21	-0,29	-0,20
Silte	0,24	0,23	-0,12	-0,04
Argila	0,22	0,07	0,38*	0,23
Silte + Argila	0,36*	0,21	0,29	0,20

*Variáveis com correlação significativa. O teste de correlação foi realizado no software Statística.

Nos estoques totais (Tabela 7) não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os diferentes usos da terra, embora as áreas de caatingas densas sobre Argissolos, Latossolos e Neossolos Litólicos tenham apresentado os maiores estoques de C e as áreas de agricultura dos Latossolos, Neossolos Litólicos e Planossolos os menores valores. Nos Argissolos e Latossolos a caatinga aberta foi o uso que menos estocou N, enquanto nos Neossolos Litólicos e Planossolos foram as áreas agrícolas (Tabela 5). Em regiões tropicais existe uma dificuldade em manter altos valores de matéria orgânica em solos sob cultivo (Bayer & Mielniczuk, 2008). Nos Planossolos, a caatinga densa teve estoques de C e N semelhantes aos de caatinga aberta, e as áreas de pastagens semelhantes às de agricultura.

Os estoques de N nos Planossolos foram de 3,1 e 3,4 Mg ha⁻¹ na caatinga densa e aberta, respectivamente, na camada de 0-60 cm. Galindo et al. (2008), estudando Planossolos no município de Jataúba-PE, encontram estoques de N de 7,1, 4,1 e 7,3 Mg ha⁻¹ em caatinga conservada nas camadas de 0-50, 0-52 e 0-60, respectivamente, enquanto a caatinga degradada apresentou estoques de 3,2, 4,9 e 3,8 Mg ha⁻¹ nas camadas de 0-55, 0-80 e 0-75 cm. Comparando-se os estoques de C nas áreas de caatinga densa com os das áreas de

caatinga conservada estudada por Galindo et al. (2008) observam-se valores diferentes de N, e quando comparam-se os estoques na caatinga aberta com os da caatinga degradada encontram-se valores semelhantes entre os dois estudos.

Tabela 7. Estoques de C e N, de solos sob diferentes usos na região semiárida de Pernambuco. Considerou-se 100 cm de profundidade para Argissolos e Latossolos, 50 cm para Neossolos Litólicos e 60 cm para Planossolos. Caatinga densa (CD); Caatinga aberta (CA); Pastagem (PA); Agricultura (AG); Argissolo (AR); Latossolo (LA); Neossolo Litólico (NL); Planossolo (PL)

Uso da Terra	Carbono Total (Mg ha ⁻¹)				Nitrogênio Total (Mg ha ⁻¹)			
	AR	LA	NL	PL	AR	LA	NL	PL
	0-100 cm				0-100 cm			
CD	98,3(10,4) ^{aA}	72,1(11,6) ^{abA}	54,5(11,8) ^{abA}	27,7(5,5) ^{bA}	8,6(0,7) ^{aA}	5,8(0,3) ^{abA}	5,0(1,0) ^{abA}	3,1(0,8) ^{bA}
CA	66,7(5,6) ^{aA}	63,3(11,3) ^{aA}	39,1(4,5) ^{aA}	25,2(1,3) ^{aA}	7,2(0,5) ^{aA}	4,8(0,9) ^{aA}	3,7(0,5) ^{aA}	3,4(0,1) ^{aA}
PA	75,5(14,7) ^{aA}	66,1(9,9) ^{aA}	51,4(0,7) ^{aA}	19,1(3,1) ^{aA}	8,6(1,3) ^{aA}	6,2(0,5) ^{abA}	4,8(0,3) ^{abA}	2,6(0,5) ^{bA}
AG	89,4(8,6) ^{aA}	57,2(9,3) ^{abA}	22,2(1,5) ^{abA}	15,1(0,8) ^{bA}	10,4(1,1) ^{aA}	5,8(0,3) ^{abA}	2,9(0,3) ^{bA}	3,0(0,2) ^{abA}

Valores médios obtidos de três repetições seguidos pelo erro padrão entre parênteses. Letras maiúsculas comparam médias entre os usos da terra. Letras minúsculas comparam médias entre as classes de solo. Médias sem letras não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

Oliveira et al. (2003), em áreas de agricultura sobre Argissolos em Ouricuri, sertão de Pernambuco, observaram estoques de C de 69,2 e 70,0 Mg ha⁻¹ nas camadas de 0-100 e 0-90 cm, resultados diferentes aos encontrados nas áreas de agricultura sob Argissolos, na camada de 0-100 cm, no presente estudo (89,4 Mg ha⁻¹).

Nas áreas agrícolas, os Argissolos tiveram maiores estoques de C e N que os Planossolos. Muitas variáveis ambientais e antrópicas podem influenciar os estoques de C e N nos solos, dentre elas a composição e quantidade do resíduo vegetal sobre o solo (serapilheira), fertilidade natural, temperatura, precipitação pluvial, manejo do solo e composição granulométrica do solo (Sollins et al., 1996). Provavelmente, as áreas de agricultura nos Argissolos tiveram, ao longo do tempo, maiores aportes de materiais vegetais, o que pode ter garantido maior estoque de C e N.

A quantidade de resíduos orgânicos depositados sobre os solos e a taxa de decomposição controlam os estoques de C e N nos solos (Boddey et al., 2012). No semiárido brasileiro, aproximadamente 70% das espécies lenhosas da caatinga fazem parte da dieta de bovinos, ovinos e caprinos (Araújo Filho, 2013), que transitam quase por toda a área e consomem a biomassa vegetal que encontram: herbáceas, folhas e brotos, sejam nas árvores e arbustos ou depositados sobre o solo. Os estoques de C e N estão diretamente ligados à produção de biomassa no semiárido, que é condicionada à disponibilidade de água (Salcedo e Sampaio, 2008). No período das chuvas, a vegetação produz biomassa que vai sendo consumida pelos animais. No período de estiagem, folhas secas são depositadas no solo e

começam a fazer parte da dieta desses animais (Araújo Filho, 2013). Como a entrada de material vegetal no solo é baixa, a quantidade de matéria orgânica no solo também é baixa.

Algumas estimativas de estoque de C e N foram realizadas em escala global, regional e local. Os solos de todo o planeta até a camada de 100 cm contém 1550 Pg de carbono orgânico e 950 Pg de carbono inorgânico, totalizando 2500 Pg de C estocados (Lal, 2008). Batjes (1996) concluiu que cerca de 587 a 621 Pg de C e 42 a 44 Pg de N estariam estocados em solos das regiões tropicais. Estimativas de estoque de C para o Brasil apontam que em todo o território haveria estoque de carbono de 72 Pg na camada de 0-100 cm (Bernoux & Volkoff, 2006 *apud* Carvalho et al., 2010). Sampaio e Costa (2011) estimaram que solos do semiárido nordestino possuíam um estoque de carbono de 8,9 Pg de C.

A parte oeste de Pernambuco estende-se por 32.631 km² e nela os Argissolos correspondem a aproximadamente 30%, os Latossolos a 22%, os Neossolos Litólicos a 26% e os Planossolo 7% (Araújo Filho, 2000). Segundo o levantamento agroecológico de Pernambuco as áreas de caatinga densa cobrem cerca de 30,08 % do estado, as áreas de caatinga aberta 28,69%, as de pastagens 17,11% e as de agricultura 23,4%. Considerando-se as proporções dos usos da terra e das classes dos solos, é possível estimar os estoques de C e N total na área de estudo em $194,6 \times 10^6$ Mg de C e $18,1 \times 10^6$ Mg de N, o que equivale a 0,19 Pg de C e 0,018 Pg de N. Considerando que os solos da região semiárida possuem 8,9 Pg de C até a camada de um metro (Sampaio e Costa, 2011), a área em estudo possui cerca de 2,2% do C total do semiárido.

Estabelecendo-se uma média entre as classes de solo nos usos da terra estudados, com a retirada da vegetação nativa, as perdas de C giram em torno de 17,9; 18,0 e 35,6 % e as perdas de N de 13,9; 5,4; 11,8%, para a caatinga aberta, pastagem e agricultura, respectivamente. As perdas de C na caatinga aberta e pastagem são bastante semelhantes, sendo a agricultura o uso que mais resultou em perdas dos estoques naturais de C. A pastagem foi o uso que apresentou as menores perdas de N, por ter vegetação composta principalmente por gramíneas, que possuem relação C/N alta, os resíduos podem permanecer no solo por mais tempo diminuindo as perdas de N por mineralização.

Traoré et al. (2015) encontraram perdas de C de 49 e 54% para áreas degradadas de Cambissolos e Luvisolos comparados com áreas preservadas no semiárido da África. Pastagens nativas e áreas com arbustos nativos na região semiárida da China apresentaram estoques de C orgânico 12,7, 27,7 e 34,8% maiores que solos com cultivos convencionais, respectivamente (Liu et al., 2010). Fracetto et al. (2012) observaram perdas de 50% de C em áreas de mamona quando comparadas a vegetação nativa no semiárido brasileiro.

De modo geral todos os usos apresentam teores e estoques de C e N semelhantes, o que aponta para processos de dinâmica de C e N também semelhantes. Todos os usos da terra avaliados no presente estudo dependem de chuvas para se desenvolverem e apresentam fatores ambientais análogos, o que pode justificar a não diferença significativa entre os diferentes usos da terra no oeste do semiárido Pernambucano.

5. CONCLUSÕES

A área do presente estudo, o Sertão do Brígida e Terra Nova, que corresponde a 32.631 km² e cerca de 3% da área do semiárido, estoca aproximadamente 0,19 Pg de carbono e 0,018 Pg de nitrogênio, que representam 2,2% do total do estoque estimado de C nos solos da região semiárida (8,9 Pg).

A pedregosidade (cascalhos - 2 a 20 mm) dos solos da área em estudo variou de 0 a 255,4 g kg⁻¹. A quantidade de pedras no perfil correlacionou-se negativamente com os estoques de C e N, demonstrando a importância da quantificação da pedregosidade em alguns tipos de solos da região semiárida.

Os estoques de C nos solos da região estudada variaram de 15,1 Mg ha⁻¹ a 98,3 Mg ha⁻¹, enquanto os de N de 2,6 Mg ha⁻¹ a 10,4 Mg ha⁻¹. Os estoques de carbono e nitrogênio não diferiram significativamente entre os diferentes usos da terra estudados (caatinga densa, caatinga aberta, pastagem e agricultura). Como a região semiárida apresenta diferentes condições ambientais e possui uma grande variabilidade de solos, é necessária uma amostragem maior em diferentes locais e a inclusão de outras classes de solos para que se tenham dados mais concretos sobre a dinâmica do carbono e nitrogênio em solos dessa região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Y. V. Indicadores de eficiência energética e o meio ambiente. IN: ABREU, Y. V.; OLIVEIRA, M. A. G.; GUERRA, S. M. **Energia, sociedade e meio ambiente**. Palmas-TO, Brasil, 2010.
- ADUAN, R. E.; VILELA, M. F.; REIS Jr., F. B. **Os grandes ciclos biogeoquímicos do planeta**. Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, 2004.
- ALBUQUERQUE, E. R. G. M. Biomassa de raízes em áreas com diferentes usos da terra e tipos de solos. **Tese** (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, 2015.
- ALMEIDA, E. M.; CAMPELO JÚNIOR, J. H.; FINGER, Z. Determinação do estoque de carbono em teca (*Tectona grandis* l. f.) em diferentes idades. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 559-568, 2010.
- AMORIM, L. B. Caracterização da serrapilheira em caatinga preservada e mudanças no carbono do solo após desmatamento sem queima. **Dissertação** (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 66p, 2009.
- ANTUNES, P. D.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FERREIRA JÚNIOR, A. L. G.; GALINDO, I. C. L.; SALCEDO, I. H.. Distribuição de ^{137}Cs em três solos representativos do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 34, p. 935-943, 2010.
- ARAÚJO FILHO, J. A. Caracterização física do Semiárido Nordeste. In: **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. Projeto Dom Helder Câmara, Recife, PE, 2013.
- ARAÚJO FILHO, J. C.; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B.; MEDEIROS, L. A. R.; MELO FILHO, H. F. R.; PARAHYBA, R. B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, F. B. R.; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P.; SOUSA NETO, N. C.; SILVA, A. B.; LUZ, L. R. Q. P.; LIMA, P. C.; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. C. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco. **Boletim de Pesquisa Embrapa Solos**, n. 11, 2000.
- ARAÚJO, M. S. B.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Frações de fósforo após extrações sucessivas com resina e incubação, em latossolos e luvisolos do semi-árido de Pernambuco. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 28, p. 259-268, 2004.
- BARRETO, A. C.; LIMA, F. H. S.; FREIRE, M. B. G. S.; ARAÚJO, Q. R.; FREIRE, F. J. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. **Revista Caatinga**, v.19, n.4, p.415-425, 2006.
- BATJES, N. H. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. **European Journal of Soil Science**, v. 65, 1996.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metropole, 2008.

BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A.; MADARI, B. E.; TAVARES, S. R. L.; CAMPOS, D. V. B.; CRISÓSTOMO, L. A. Carbon and nitrogen stocks of an arenosol under irrigated fruit orchards in semiarid Brazil. **Scientia Agricola**, v.64, n.2, p.169-175, 2007.

BERNOUX, M. & VOLKOFF, B. Soil carbon stock in soil ecoregions of Latin America. In: LAL, R.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; ETCHEVERS, J. & CERRI, C. E. P. **Carbon sequestration in soils of Latin America**. New York, Haworth, 2006.

BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; MARTIN-NETO, L.; MADARI, B. E.; MILORI, D. M. B. P.; MACHADO, P. L. O. A. Estoques de carbono nos solos do Brasil: quantidade e mecanismo de acúmulo e preservação. In: LIMA, M. A.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; MACHADO, P. L.; URQUIAGA, S. **Estoques de carbono e emissões de gases de efeito estufa na agropecuária brasileira**. Embrapa Brasília, DF, p. 33-82, 2012.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do Semiárido brasileiro**. Brasília-DF, 2005.

CAMARGO, F. A. O.; SANTOS, G. A.; GUERRA, J. G. M. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo – Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2 ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa-MG, p. 375-470, 2007.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R.; CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p.: 277-289, 2010.

CERRI, C.C. & CERRI, C. E. P. Agricultura e aquecimento global. **Boletim informativo SBCE**, v. 23, p. 40-44, 2007.

CHUNG, H.; GROVE, J. H.; SIX, J. **Indications for soil carbon saturation in a temperate agroecosystem. Soil Science Society of America Journal**, v.72, n. 4, p.: 1132-1139, 2008.

CONTI, J. B. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 16, p. 70-75, 2005.

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

COSTA, O. V.; CANTARUTTI, R. B.; FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M.; NACIF, P. G. S.; FARIA, J. C. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de tabuleiro costeiro no sul da Bahia. **Revista brasileira de Ciência do solo**, v. 33, p.1137-1145, 2009.

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

DEMESSIE, A.; SINGH, B. R.; LAL, R. Soil carbon and nitrogen stocks under chronosequence of farm and traditional agroforestry land uses in Gambo District, Southern Ethiopia. **Nutrient cycling in Agroecosystems**, v. 95, p. 365-375, 2013.

EBELING, A. G.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; VALLADARES, G. S.; PÉREZ, D. V. Substâncias húmicas e suas relações com o grau de subsidência em Organossolos de diferentes ambientes de formação no Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 2, 2013.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. edição revisada – Rio de Janeiro, 1999.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**, 3. ed. Rio de Janeiro, 2013.

ELLERT, B. H.; JANZEN, H. H.; MCCONKEY B. G. Measuring and comparing soil carbon storage. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; FOLLET, R. F.; STEWART, B. A. (eds) **Assessment methods for soil carbon**. Lewis imprint of the CRC Press, p. 131–146, 2001.

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

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

FREITAS, A. D. S.; SAMPAIO, E. V. S. B. Fixação biológica do N₂ em leguminosas arbóreas da Paraíba e de Pernambuco. In: MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Fertilidade do solo e produção de biomassa no semi-árido. Recife: Ed. Universitária UFPE, 2008.

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

GIONGO, V.; GALVÃO, S. R. S.; MENDES, A. M. S.; GAVA, C. A. T.; CUNHA, T. J. F. Soil organic carbon in the Brazilian Semi-arid Tropics. Dynamic soil, Dynamic plant 5, Special issue 1, p. 12-20, 2011.

GALINDO, I. C. L.; RIBEIRO, M. R.; SANTOS, M. F. A. V.; LIMA, J. F. W. F.; FERREIRA, R. F. A. L. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba-PE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 32, p. 1283-1296, 2008.

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

GHOMMEM, M.; HAJJ, M. R.; PURI, I. K. Influence of natural and anthropogenic carbon dioxide sequestration on global warming. **Ecological Modelling**, v. 235-236, p. 1–7, 2012.

IBGE. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro, 2006.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2011.

IBGE. Indicadores de desenvolvimento sustentável. **Estudos e pesquisas, informação geográfica 9**. Rio de Janeiro, 2012.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. Rio de Janeiro, v. 26 n. 1, 2013.

IBGE. **Manual téC/Nico da vegetação brasileira**. Manuais téC/Nicos em Geociências, n. 1. Rio de Janeiro, 2012.

IPCC. **Climate change 2013: The Physical Science Basic**, 2013.

IPCC/ONU. Novos cenários climáticos. **Conferência Latino-Americana sobre Meio-Ambiente e Responsabilidade Social**. Paris, 2007.

KAUFFMAN, J. B.; SANFORD JÚNIOR, R. L.; CUMMINGS, D. L.; SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomass and nutrient dynamics associated with slash fires in neotropical dry forests. **Ecology**, v. 74, n. 1, p. 140-151, 1993

KLEIN, V. A. & LIBARDI, P. L. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, 2002.

LAL, R. Sequestration of atmospheric CO₂ in global carbon pools. **Energy & Environmental Science**, v.1, 2008.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. **Science**, v. 304, p.1623-1627, 2004.

LI, H. & YANG, X. Temperate dryland vegetation changes under a warming climate and strong human intervention — With a particular reference to the district Xilin Gol, Inner Mongolia, China. **CATENA**, v. 119, p. 9–20, 2014.

LIMA, J. P. R.; SICSÚ, A. B.; PADILHA, M. F. F. G. Economia de Pernambuco: transformações recentes e perspectivas no contexto regional globalizado. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 38, n. 4, 2007.

LIU, H. & RODRÍGUEZ, G. Human activities and global warming: a cointegration analysis. **Environmental Modelling & Software**, v. 20, n. 6, p. 761–773, 2005.

LIU, X.; FENG-MIN, L.; DA-QIAN, L.; GUO-JUN, S. Soil Organic Carbon, Carbon Fractions and Nutrients as Affected by Land Use in Semi-Arid Region of Loess Plateau of China. **Pedosphere**, v. 20, n. 2, 2010.

MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. S.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ARAÚJO FILHO, J. A. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, 2006.

MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. S.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ARAÚJO FILHO, J. A. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semiarid region of Ceará, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 71, p.: 127-138, 2007.

MARTINS, C. M.; GALINDO, I. C. L.; SOUZA, E. R.; POROCA, H. A. Atributos químicos e microbianos do solo de áreas em processo de desertificação no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, 2010.

MCT - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TEC/NOLOGIA. Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal – **Parte 2, 2010.**

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. Fundamentos da matéria orgânica do solo – Ecossistemas tropicais e subtropicais. 2 ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

MOREIRA, F. M. S. & SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** Lavras: UFLA, 2007.

MOTA, J. C. A.; ASSIS JÚNIOR, R. N; AMARO FILHO, J.; LIBARDI, P. L. Algumas propriedades físicas e hídricas de três solos na chapada do apodi, RN, cultivados com melão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p.: 49-58, 2008.

NOBRE, P. Mudanças climáticas e desertificação: os desafios para o Estado Brasileiro. In: Lima, R. C. C.; Cavalcante, A. M. B.; Marin, A. M. P. **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro.** Campina Grande: INSA-PB, 2011.

NOELLEMAYER, E.; QUIROGA, A.R.; ESTELRICH, D. Soil quality in three range soils of the semi-arid Pampa of Argentina. **Journal of Arid Environments**, v. 65, 2006.

NOGUEIRA, F. R. B. & SIMÕES, S. V. D. Uma abordagem sistêmica para a agropecuária e a dinâmica evolutiva dos sistemas de produção no nordeste Semiárido. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, pág. 01-06, 2009.

OLIVEIRA, L. B.; FONTES, M. P. F.; RIBEIRO, M. R.; KER, J. C. Morfologia e classificação de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas do semiárido do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 33, p. 1333-1345, 2009.

OLIVEIRA, L. B.; RIBEIRO, M. R.; FERRAZ, F. B.; JACOMINE, P. K. T. Classificação de solos planossólicos do Sertão do Araripe (PE). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 27, p. 685-693, 2003.

PEREIRA FILHO, J. M.; BAKKE, O. A. Produção de forragem de espécies herbáceas da caatinga. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA,

P. Y. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília-DF, Serviço Florestal Brasileiro, 2010.

PEREIRA, R. A. Semiárido brasileiro: um histórico de secas e degradação socioambiental. **Revista de História Regional**, v.17, n. 1, pág. 135-161, 2012.

PILLON, C. N.; SANTOS, D. C.; LIMA, C. L. R.; ANTUNES, L. O. Carbono e nitrogênio de um Argissolo Vermelho sob floresta, pastagem e mata nativa. **Ciência Rural**, v. 41, n. 3, 2011.

POST, W. M.; EMANUEL, W. R.; ZINKE, P. J.; STANGENBERGER, A. Soil carbon pools and world life zones. **Nature Nature**, London, v. 298, 1982.

PROBIO, 2007. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. Subprojeto – **Levantamento da Cobertura Vegetal e do Uso do solo do Bioma Caatinga**.

ROSENDO, J. S.; ROSA, R. Comparação do estoque de C estimado em pastagens e vegetação nativa de Cerrado. **Sociedade & Natureza**, v. 24, n. 2, 359-376, 2012.

SACRAMENTO, J. A. A. S.; ARAÚJO, A. C. M.; ESCOBAR, M. E. O.; XAVIER, F. A. S.; CAVALCANTE, A. C. R.; OLIVEIRA, T. S. Soil carbon and nitrogen stocks in traditional agricultural and agroforestry systems in the semiarid region of Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p.: 784-795, 2013.

SALCEDO, I. H. & SAMPAIO, E. V. S. B. Matéria orgânica do solo no Bioma Caatinga. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metropole, 2008.

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

SAMPAIO, E. V. S. B. & COSTA, T. L. estoques e fluxos de carbono no semi-árido nordestino: Estimativas preliminares. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.6, p.: 1275-1291, 2011.

SEI, Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Análise dos Atributos Climáticos do Estado da Bahia. **Série Estudos e Pesquisas**, v. 38, mapas 2 e 3, 1998.

SILVA, F. B. R.; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C.; BRITO, L. T. L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, A. B.; ARAÚJO, F. J. C.; & LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico**. Petrolina: EMBRAPA-CPTSA, v. 2, 1993.

SILVA, I. R. & MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa-MG, 2007.

SOLLINS, P.; HOMANN, P.; CALDWELL, B. Stabilization and destabilization of soil organic matter: mechanisms and controls. **Geoderma**, v. 74, p. 65-105, 1996.

SOUSA, F. P.; FERREIRA, T. O.; MENDONÇA, E. S.; ROMERO, R. E.; OLIVEIRA, J. G. B. Carbon and nitrogen in degraded Brazilian semi-arid soils undergoing desertification. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 148, p. 11-21, 2012.

SOUZA, M. F. L.; LONGHINI, C. M.; SILVA, A. M.; LENTINI, C. A. D. Ciclo do carbono: processos biogeoquímicos, físicos e interações entre compartimentos na Baía de Todos os Santos. **Revista Virtual Química**, vol. 4, n. 5, p. 566-582, 2012.

TIESSEN, H.; SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Nutrient and soil organic matter dynamics under shifting cultivation in semi-arid northeastern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 38, 1992.

TRAORÉ, S.; OUATTARA, K.; ILSTEDT, U.; SCHMIDT, M.; THIOMBIANO, A.; MALMER, A.; NYBERG, G. Effect of land degradation on carbon and nitrogen pools in two soil types of a semi-arid landscape in West Africa. **Geoderma**, v. 241-242, 2015.

URIOSTE, A. M.; HEVIA, G. G.; HEPPEL, E. N.; ANTON, L. E.; BONO, A. A.; BUSCHIAZZO, D. E. Cultivation effects on the distribution of organic carbon, total nitrogen and phosphorus in soils of the semiarid region of Argentinian Pampas. **Geoderma**, v. 136, 2006.

WU, X.; LIU, G.; BUTTERBACH-BAHL, K.; FU, B.; ZHENG, X.; BRÜGGEMANN, N. Effects of land cover and soil properties on denitrification potential in soils of two semi-arid grasslands in Inner Mongolia, China. **Journal of Arid Environments**, v. 92, 2013.

Apêndice A

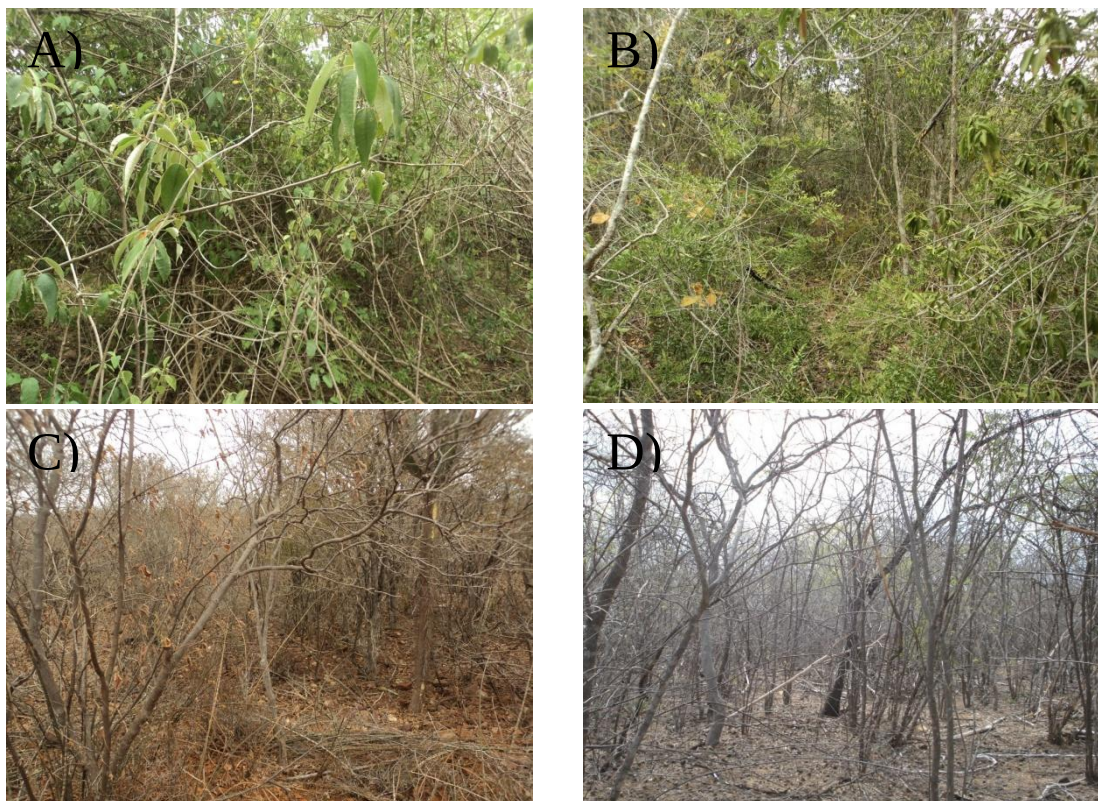


Figura 6. Fotos das áreas de Caatinga densa sob A) Argissolo; B) Latossolo; C) Neossolo Litólico; D) Planosolo no oeste do sertão de Pernambuco.

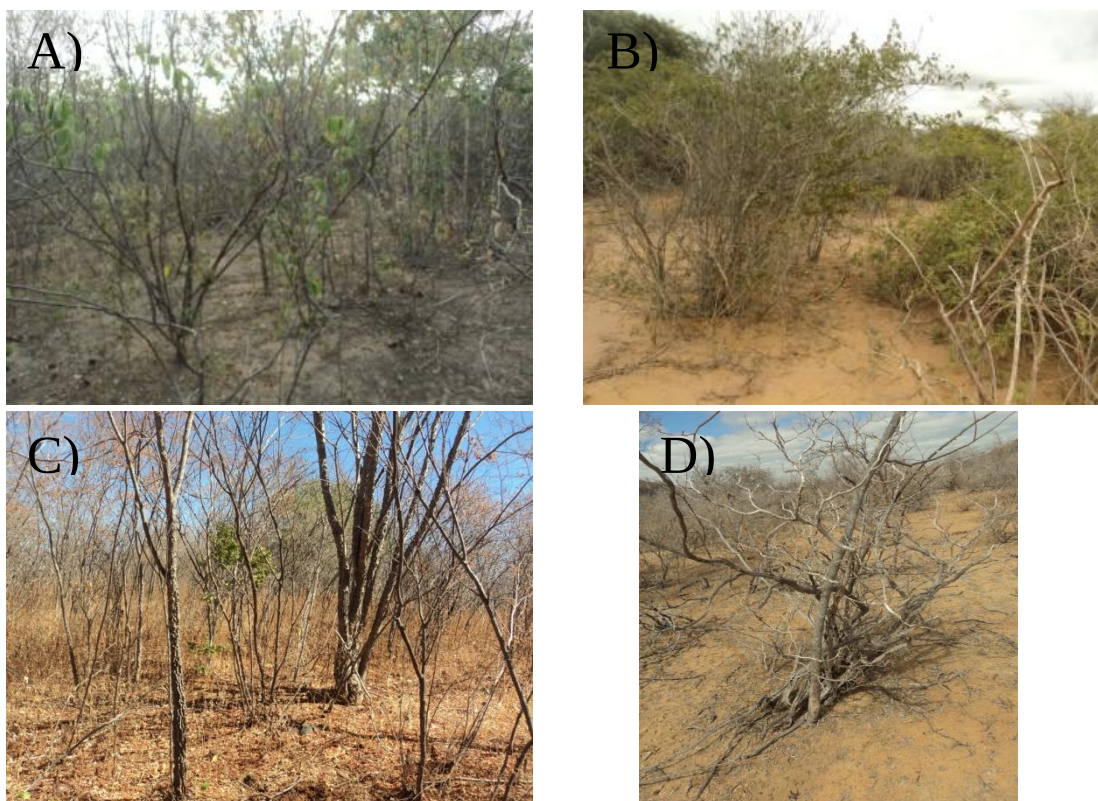


Figura 7. Fotos das áreas de Caatinga aberta sob A) Argissolo; B) Latossolo; C) Neossolo Litólico; D) Planosolo no oeste do sertão de Pernambuco.

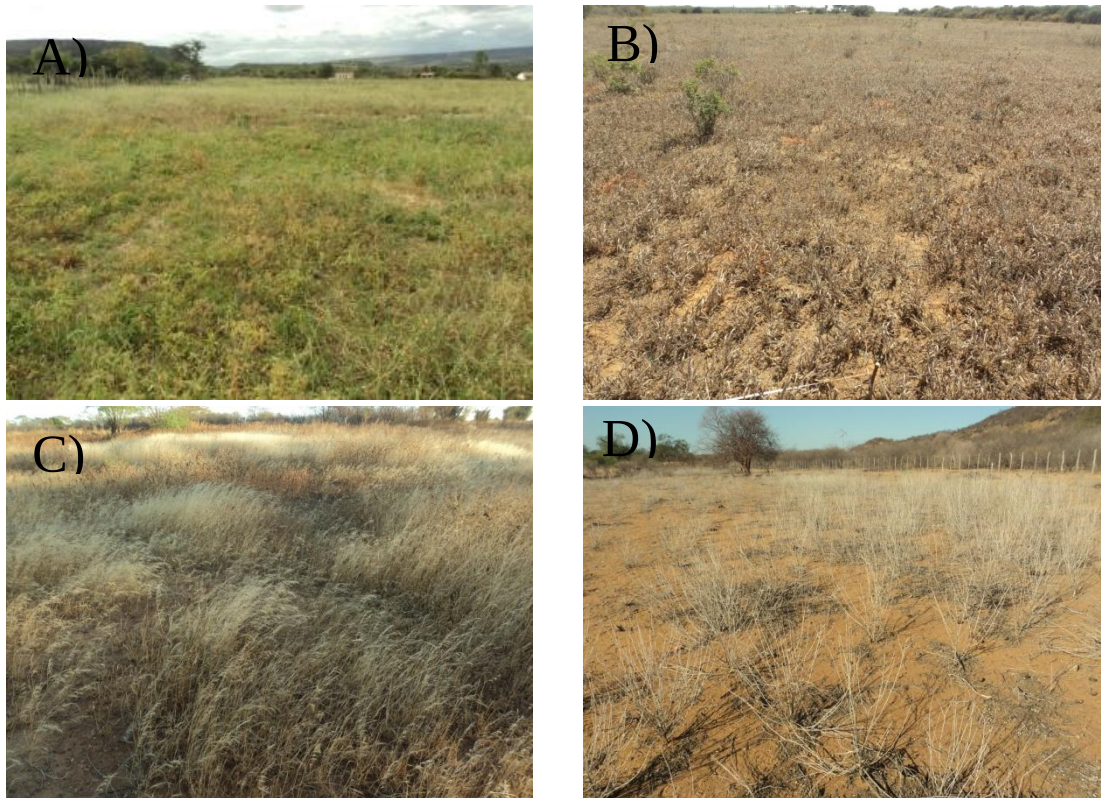


Figura 8. Fotos das áreas de pastagem sob A) Argissolo; B) Latossolo; C) Neossolo Litólico; D) Planosolo no oeste do sertão de Pernambuco.

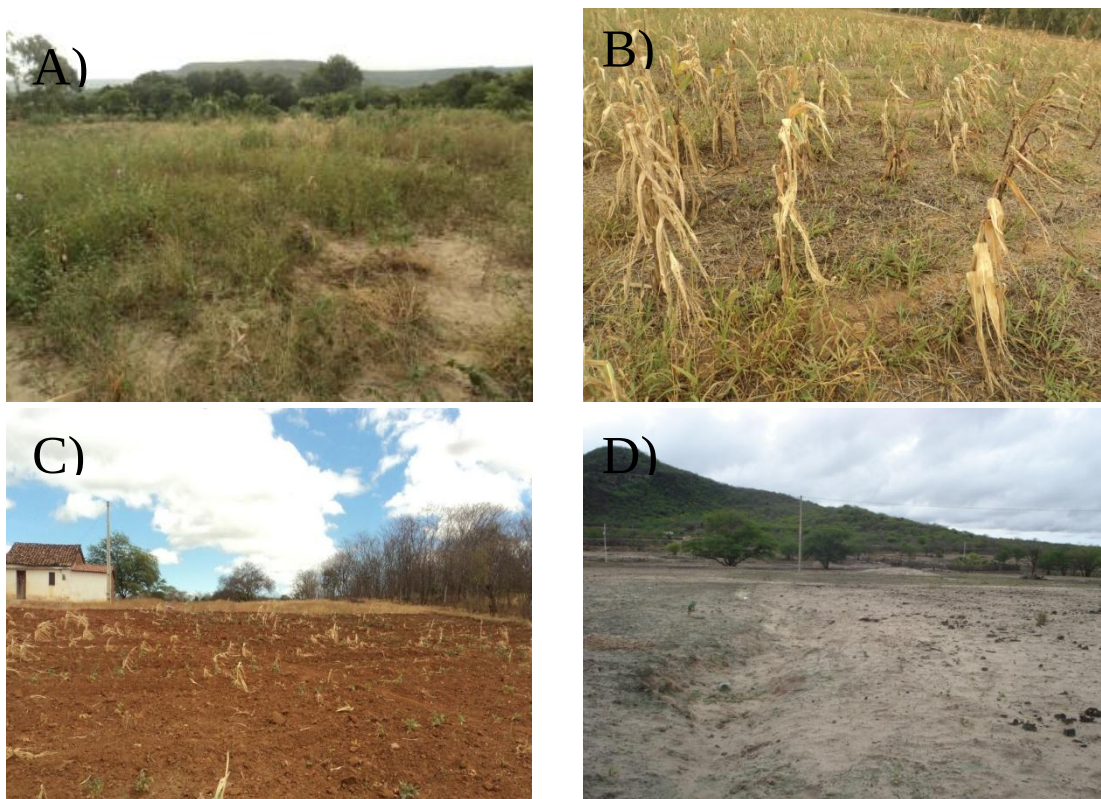


Figura 9. Fotos das áreas de agricultura sob A) Argissolo; B) Latossolo; C) Neossolo Litólico; D) Planosolo no oeste do sertão de Pernambuco.

APÊNDICE B

Tabela 7. Histórico das áreas de amostragem

Uso da terra	Classe de solo	Repetição	Município	Data da amostragem	Coordenadas	Histórico da área
Caatinga Densa	Argissolo	1	Ipubi	21/03/2013	24M 370894 9152653	Sempre foi área de caatinga, porém com livre acesso à pastagem de animais
	Argissolo	2	Bodocó	13/06/2013	24M 377191 9162050	Caatinga totalmente preservada
	Argissolo	3	Bodocó	10/06/2013	24M 393726 9153038	Área com alguns troncos de árvores queimadas, mostrando evidências de antropização
	Latossolo	1	Exú	19/03/2013	24M 419867 9184022	Área permanente de caatinga com livre acesso a pastagem de animais
	Latossolo	2	Santa Cruz	04/07/2013	24L 349749 9073520	Sempre foi área de caatinga, caprinos transitam pela área e há indícios de retirada de madeira
	Latossolo	3	Araripina	12/07/2013	24M 348438 9177052	Sempre foi área de caatinga, sem acesso à pastagem de animais
	Neossolo Litólico	1	Araripina	10/07/2013	24M 333524 9136608	Caatinga com sinais de antropização (retirada de madeiras)
	Neossolo Litólico	2	Afrânio	16/07/2013	24L 273846 9058662	Caatinga com sinais de antropização (retirada de madeiras)
	Neossolo	3	Salgueiro	16/12/2013	24L 490859	Caatinga com sinais de antropização (retirada de

	Litólico				9112248	madeiras)
	Planossolo	1	Salgueiro	19/12/2013	24L 485684 9073688	Caatinga muito mexida e próxima da estrada (se nos afastássemos mais sairíamos da “mancha do solo”)
	Planossolo	2	Salgueiro	18/12/2013	24L 469866 9106294	Sempre foi caatinga, no momento da amostragem apresentava sinais de retirada de madeira
	Planossolo	3	Salgueiro	18/12/2013	24L 475904 9109536	Houve uma época de retirada de madeira, porém a vegetação nativa cresce há 10 anos. Bovinos e caprinos tem livre acesso à área
Caatinga Aberta	Argissolo	1	Ipubi	21/03/2013	24M 369725 9153860	Caatinga com acesso à pastagem de animais
	Argissolo	2	Bodocó	14/06/2013	24M 377300 9161396	Caatinga em processo de regeneração. A 5 anos foi utilizada como área de agricultura, onde foram realizados cultivos de milho e feijão. Presença de muitas árvores de jurema preta na área
	Argissolo	3	Bodocó	12/06/2013	24M 393965 9153149	Sempre foi caatinga, não havia sinais de pastejo
	Latossolo	1	Exú	19/03/2013	24M 419523 9183238	Sempre foi área de caatinga
	Latossolo	2	Santa Cruz	05/07/2013	24L 349713 9075247	Área com vegetação naturalmente esparsa. Caatinga com presença de animais.
	Latossolo	3	Araripina	13/07/2013	24M 345863	Caatinga naturalmente aberta

					9175158	
	Neossolo	1	Araripina	09/07/2013	24M 333418	Caatinga aberta com sinais de antropização
	Litólico				9136717	
	Neossolo	2	Afrânio	17/07/2013	24L 273792	Caatinga aberta com sinais de antropização
	Litólico				9058357	
	Neossolo	3	Salgueiro	16/12/2013	24L 490732	Caatinga naturalmente aberta
	Litólico				9110078	
	Planossolo	1	Salgueiro	19/12/2013	24L 485260	Na área houve presença de pasto e há 12 anos a
					9079264	vegetação nativa cresce naturalmente
	Planossolo	2	Salgueiro	17/12/2013	24L 469983	Caatinga naturalmente aberta
					9106290	
	Planossolo	3	Petrolina	14/08/2013	24L 348081	Caatinga naturalmente aberta
					8984474	
Pastagem	Argissolo	1	Ipubi	20/03/2013	24M 370801	Área com pastagem nativa
					9152745	
	Argissolo	2	Bodocó	14/06/2013	24M 377243	A área vinha sendo utilizada como pasto à 20 anos.
					9161905	
	Argissolo	3	Bodocó	11/06/2013	24M 393766	A área vinha sendo utilizada como pasto à 3 anos, todos
					9153137	os anos se faz uma nova retirada de árvores da caatinga
						que venham a brotar
	Latossolo	1	Exú	18/03/2013	24M 420174	Pastagem nativa

				9182428	
Latossolo	2	Santa Cruz	06/07/2013	24L 349522	Área desmatada há 20 anos, onde à 4 anos foi realizada uma nova retirada de árvores da Caatinga
				9075421	
Latossolo	3	Araripina	13/07/2013	24M 345700	Pasto com predominância de capim buffel, área desmatada há 25 anos.
				9175050	
Neossolo	1	Araripina	11/07/2013	24M 333215	Há 30 anos é área de pastagem
Litólico				9136687	
Neossolo	2	Afrânio	18/07/2013	24L 273709	Área desmatada há 20 anos, pasto com predominância de capim buffel
Litólico				9058436	
Neossolo	3	Salgueiro	17/12/2013	24L 490775	Há 20 anos é área de pastagem, no momento da amostragem a vegetação estava seca. Presença de pasto nativo com plantado
Litólico				9110588	
Planossolo	1	Salgueiro	19/12/2013	24L 485173	Há 30 anos é área de pastagem nativa
				9078868	
Planossolo	2	Salgueiro	17/12/2013	24L 475910	Pastagem há mais de 10 anos, sem adubação
				9110176	
Planossolo	3	Petrolina	16/08/2013	24L 347444	
				8983247	Há 25 anos é área de pastagem

Agricultura	Argissolo	1	Ipubi	20/03/2013	24M 370586 9152959	Na área havia cultivo de feijão no momento da amostragem
	Argissolo	2	Bodocó	13/06/2013	24M 377524 9162327	A área vem sendo utilizada para agricultura à 15 anos. Com plantio sucessivo de feijão, milho, guandu e macaxeira. Durante a realização da amostragem havia plantio de macaxeira e guandu no local e restos culturais de milho.
	Argissolo	3	Bodocó	11/06/2013	24M 393867 9152971	A área foi desmatada em 2011 e teve 2 ciclos com culturas. 1º Ciclo- Milho e feijão 2º Ciclo – Milho (fevereiro 2012) Desde 2012 a área encontra-se em pousio. Em alguns momentos foram colocados animais na área. Não foi utilizado nenhum tipo fertilizante.
	Latossolo	1	Exú	19/03/2013	24M 419315 9182887	Área com plantio de milho e feijão
	Latossolo	2	Santa Cruz	02/07/2013	24L 350341 9074957	Área desmatada há 20 anos, com plantios sucessivos de milho, feijão, sorgo, mamona, algodão Últimos cultivos: 2012 - Feijão, milho e mamona 2013 - Feijão

Latossolo	3	Araripina	14/07/2013	24M 344460 9174567	Área desmatada há 25 anos, com plantios de milho, feijão, algodão e mamona. Estando presente na área a cultura do milho
Neossolo Litólico	1	Araripina	11/07/2013	24M 333414 9136617	Área desmatada há 22 anos, onde ocorrem plantios sucessivos de milho e feijão.
Neossolo Litólico	2	Afrânio	18/07/2013	24L 274981 9057244	Área desmatada há 28 anos. São realizados cultivos sucessivos de batata, milho, feijão e mamona. Todos os anos o solo é revolvido por meio de gradagens. Cultivo de milho presente na área. Não utilizam nenhum tipo de fertilizante
Neossolo Litólico	3	Salgueiro	17/12/2013	24L 469423 9105434	Área com plantio de palma, por falta de chuva a palma secou
Planossolo	1	Salgueiro	15/07/2014	24L 469411 9105510	Área desmatada a mais de 15 anos, no momento da amostragem não havia plantio por falta de chuvas
Planossolo	2	Salgueiro	19/12/2013	24L 486359 9083012	Plantio de milho ainda no ano de 2013, mas a cultura não se desenvolveu por falta de água.
Planossolo	3	Petrolina	17/12/2013	24L 343418 8989708	Área desmatada a mais de 10 anos, houve plantios de feijão e milho, porém com a falta de água a 3 anos não se cultivava nada na área.

Fonte: As informações foram dadas pelos donos da terra ou moradores que ficavam nas proximidades.