

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**

**RAQUEL BEZERRA DE BARROS**

**FRAÇÕES DE CARBONO E ATRIBUTOS BIOLÓGICOS EM  
SOLOS NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO**

**RECIFE**

**2017**



Raquel Bezerra de Barros  
Engenheira Agrônoma

**Frações de carbono e atributos biológicos em solos no semiárido de Pernambuco**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Ciências do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Agronomia - Ciências do Solo.

**ORIENTADORA:** Profa. Dra. Maria Betânia Galvão dos Santos Freire

**RECIFE  
2017**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

B277f Barros, Raquel Bezerra de.  
Frações de carbono e atributos biológicos em solos no  
semiárido de Pernambuco / Raquel Bezerra de Barros. – 2017.  
115 f. : il.

Orientadora: Maria Betânia Galvão dos Santos Freire.  
Coorientador: Alexandre Tavares Rocha.  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo,  
Recife, BR-PE, 2017.  
Inclui referências.

1. Caatinga 2. Atividade microbiana 3. Qualidade do solo  
4. Cobertura do solo 5. Matéria orgânica do solo 6. Agronomia  
7. Ciências do solo I. Freire, Maria Betânia Galvão dos Santos,  
orient. II. Rocha, Alexandre Tavares, coorient. III. Título

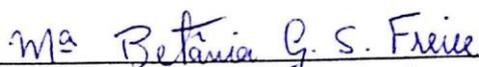
CDD 631.4

RAQUEL BEZERRA DE BARROS

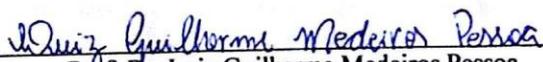
**Frações de carbono e atributos biológicos em solos no semiárido de Pernambuco**

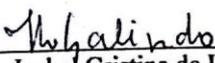
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Ciências do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Agronomia - Ciências do Solo.

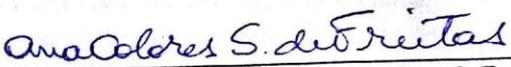
Aprovada em 24 de fevereiro de 2017

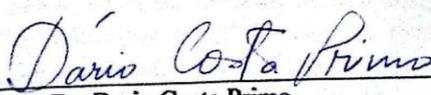
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Maria Betânia Galvão dos Santos Freire  
Orientadora  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luiz Guilherme Medeiros Pessoa  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Izabel Cristina de Luna Galindo  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Ana Dolores Santiago de Freitas  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Dario Costa Primo  
Universidade Federal de Pernambuco

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir receber tantas graças na vida e me dar forças para chegar onde cheguei, mesmo diante de tribulações.

Aos meus pais (Eunice e José Aluizio) que, dentro dos seus limites, compreendem, ensinam, e contribuem com todo o apoio, carinho e amor e, mais que tudo, paciência.

Aos meus irmãos (Viviane, Gustavo e Henrique) e sobrinhos (José Henrique e Vitor) pelo convívio, alegria e paciência.

À UAG-UFRPE, pela oportunidade de ter feito a graduação e o mestrado, e mesmo no doutorado, me permitir realizar todas as análises em suas dependências, especialmente no laboratório de Química Agrícola e Ambiental.

A Professora Maria Betânia pela orientação, dedicação, grande paciência e ensinamentos.

Ao Co-Orientador Professor Alexandre Tavares por todo suporte na UAG/UFRPE, pela paciência, ensinamentos, competência e decisivo apoio intelectual.

A CAPES pela concessão da bolsa de pós-graduação, apoio na realização das análises e suporte financeiro durante todos os anos.

A todos os componentes (professores, alunos e funcionários) do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, bem como ao Programa de Pós Graduação em Produção Agrícola, pelo suporte profissional, científico.

Aos membros da banca Dr. Luiz Guilherme, Dra. Izabel, Dra. Ana Dolores e Dr. Dário por aceitarem avaliar este trabalho e por contribuírem com sua experiência. Muito Obrigada!

A ajuda importante na reta final de Guilherme e João Paulo, que me guiaram e ajudaram espontaneamente em finalizar a tese.

À Socorro, por todo carinho, atenção e favores prestados.

Aos que compõem o CENLAG/UAG, Claudio, Jair, Neide, Carlinha, aos vigias, motoristas que me deram um suporte enorme no doutorado. E aos técnicos agrícolas Vanilson e Felipe pela grande ajuda nas coletas.

Aos colegas de laboratório na UAG e no laboratório de Química do Solo (UFRPE): Jessica, Edy, Alisson, Arnaldo, Luciana, João, Gabriel, Lucas, Henrique, Jullyana, Valéria, Alexandre, João, Prof. Antônio Ricardo, Prof. Marcelo Metri, e, apesar de tudo, a Erica que, em algum momento disponibilizaram de seu tempo para me ajudar nas coletas ou análises em laboratório, ou com orientações e incentivos positivos.

A todos agricultores, responsáveis pelas reservas, ou donos das áreas que realizei as coletas, não tenho como agradecer a disponibilidade e receptibilidade sempre com carinho e atenção ao longo dos dois anos de coletas. Rodrigo, Álvaro, Dr Eurico Lustosa, Flavio, Sr. Bonzinho, Guaraci, Damásio e Ivan, A cada um que conheci, e que permitiram vivenciar ótimos momentos, meu muito OBRIGADA!

Aos amigos de coração de perto ou de longe que torceram por mim, e que me deram apoio sempre: Francisco, Francis, Camila, Marcela, Cléber, Alana, Clarissa, Diego, Simone, Vítor, Jamily, Jessica, Aline, Wendson e Thiago. As energias positivas de vocês me levantavam sempre! Obrigada pelo carinho!

Em especial gostaria de agradecer a Patrícia, Uemeson, Cataliny, Rubens, Andressa por todo apoio que deram para que conseguisse concluir o Doutorado, pela amizade, incentivo e conforto sempre. Muito obrigada, de coração!

Enfim, a todos aqueles que ajudaram, direta ou indiretamente, na elaboração deste trabalho, mas que, por esquecimento ou desatenção, não foram citados por mim nestas páginas, o meu muito obrigada!

## Frações de carbono e atributos biológicos em solos no semiárido de Pernambuco

### RESUMO

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro, no entanto, estudos que avaliem atributos biológicos em solos no semiárido pernambucano ainda são muito escassos. Ainda, devido à grande sazonalidade destas regiões, e no estado de Pernambuco, no qual as previsões focam, principalmente, nos ambientes do Agreste e do Sertão, estudos de monitoramento no tempo são essenciais para avaliar a magnitude da dinâmica temporal nos atributos dos solos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a variação de atributos biológicos, índices de manejo de carbono e substâncias húmicas em solos de Caatinga no semiárido de Pernambuco em estações secas e chuvosas. Foram coletadas amostras de solos em microrregiões: Agreste e Sertão no semiárido pernambucano. No ambiente Agreste foram escolhidas 8 áreas, sendo quatro sob Caatinga Nativa (CN) e quatro referentes a usos agropecuários (AGR) e no ambiente Sertão, foram escolhidas 12 áreas, sendo seis sob CN e seis referentes a usos AGR. A amostragem foi realizada a partir de cinco amostras simples por camada (0-5, 5-10 e 10-20 cm), para formar uma amostra composta com auxílio de trado para solos de textura média/argilosa e com auxílio de uma pá para solos arenosos. Em cada área foram coletadas três amostras compostas. As coletas foram realizadas semestralmente durante dois anos, com início em set/2014 e término em jun/2016, sendo determinadas como coleta 1 (COL.1), coleta 2 (COL.2), coleta 3 (COL.3) e coleta 4 (COL.4). Para determinação das substâncias húmicas, as coletas ocorreram anualmente 2014/2015. Nas amostras de solo foram realizadas análises de atributos biológicos: carbono solúvel em água (CSA), carbono orgânico total (COT), carbono da biomassa microbiana do solo (CBM), respiração basal do solo (RBS), quociente microbiano (qMIC), quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>), carbono lábil (CL), carbono não-lábil (CNL), labilidade (L), índice de labilidade (IL), índice de compartimento de carbono (ICC), índice de manejo de carbono (IMC) e substâncias húmicas (C-AF, C-AH e HUM). Os resultados foram avaliados por métodos de análise de variância e análise multivariada, por componentes principais (ACP) e agrupamentos, para distinguir os solos em função da cobertura e dos períodos de coleta. Os atributos que melhor explicam a variabilidade temporal dos usos do solo no Agreste são COT, qMIC, CL, ICC, IL e IMC, e para o Sertão COT, ICC, L e IMC. O método de ACP distinguiu as coberturas do solo no Agreste e Sertão. Os atributos biológicos não foram conclusivos para distinção da estação seca e chuvosa. A conversão de CN em uso AGR provoca maiores impactos negativos no Agreste em relação ao Sertão. As variáveis CSA, CBMS, qMIC e qCO<sub>2</sub> na profundidade de 0-20 cm são as mais sensíveis para distinção da cobertura do solo no Agreste e Sertão de Pernambuco. Os sistemas de usos agropecuários utilizados promoveram impactos significativos sobre os indicadores microbiológicos avaliados. As variáveis CBM, RBS, qMIC e qCO<sub>2</sub> são as mais sensíveis para distinção das coberturas dos solos e em diferentes períodos de coletas até profundidade de 20 cm. A condição de coleta em períodos secos ou chuvosos não foi determinante para diferenciar atividade microbiana do solo com as variáveis biológicas avaliadas e solos do semiárido pernambucano têm valores baixos das frações C-AF, C-AH e C-HUM.

Palavras chave: Caatinga. Atividade microbiana. Qualidade do solo. Cobertura do solo. Matéria Orgânica do solo.



## **Carbon fractions and biological attributes in non-semiarid soils of Pernambuco**

### **ABSTRACT**

The Caatinga is an exclusively Brazilian biome, however, studies that evaluate biological attributes in soils in the semi-arid Pernambuco are still very scarce. Also, due to the great seasonality of these regions, and in the state of Pernambuco, in which the forecasts focus mainly on the Agreste and Sertão environments, time monitoring studies are essential to evaluate the magnitude of temporal dynamics in soil attributes. The objective of this work was to evaluate the variation of biological attributes, carbon management indices and humic substances in Caatinga soils in the semi - arid region of Pernambuco in dry and rainy seasons. Soil samples were collected in microregions: Agreste and Sertão in the semiarid region of Pernambuco. In the Agreste environment, 8 areas were chosen, four of which were under native Caatinga (CN) and four were related to agricultural uses (AGR) and in the Sertão environment, 12 areas were chosen, six of them under CN and six of AGR uses. Sampling was carried out from five simple samples per layer (0-5, 5-10 and 10-20 cm), to form a composite sample with the aid of soil medium / clayey soils and with the aid of a shovel to Sandy soils. In each area three composite samples were collected. The collections were made semi-annually for two years, beginning in Sep / 2014 and ending in June 2016, being determined as collection 1 (COL.1), collection 2 (COL.2), collection 3 (COL.3) and collection 4 (COL.4). For the determination of the humic substances, the collections occurred annually 2014/2015. Soil samples were analyzed for biological attributes: CSA (water soluble carbon), total organic carbon (TOC), soil microbial biomass carbon (CBM), soil basal respiration (RBS), microbial quotient (qMIC), quotient (LC), non-labile carbon (CNL), lability (L), lability index (IL), carbon compartment index (CBI), carbon management index (BMI) and substances Humans (C-AF, C-AH and HUM). The results were evaluated by variance analysis and multivariate analysis, by main components (PCA) and clusters, to distinguish soils as a function of coverage and collection periods. The attributes that best explain the temporal variability of the soil uses in the Agreste are COT, qMIC, CL, ICC, IL and IMC, and for the COT, ICC, L and IMC Sertao. The PCA method distinguished soil cover in Agreste and Sertão. The biological attributes were not conclusive for the dry and rainy season. The conversion of CN in AGR use causes greater negative impacts in the Agreste in relation to the Sertão. The variables CSA, CBMS, qMIC and qCO<sub>2</sub> in depth of 0-20 cm are the most sensitive to distinguish the soil cover in Agreste and Sertão de Pernambuco. The systems of agricultural uses used promoted significant impacts on the microbiological indicators evaluated. The variables CBM, RBS, qMIC and qCO<sub>2</sub> are the most sensitive for soil cover differentiation and in different collection periods up to 20 cm depth. The condition of collection in dry or rainy periods was not determinant to differentiate microbial activity of the soil with the evaluated biological variables and soils of the semi-arid Pernambuco have low values of the fractions C-AF, C-AH and C-HUM.

**Keywords:** Caatinga. Microbial activity. Soil quality. Ground cover. Soil organic matter



## SUMÁRIO

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO.....                                                                                                               | 13 |
| 1.1 Hipóteses .....                                                                                                             | 14 |
| 1.2 Objetivo Geral .....                                                                                                        | 14 |
| 1.3 Objetivo específico .....                                                                                                   | 14 |
| 2.1 Caatinga.....                                                                                                               | 15 |
| 2.2. Manejo do bioma Caatinga.....                                                                                              | 16 |
| 2.3 Matéria orgânica e atributos biológicos do solo.....                                                                        | 18 |
| 2.4 Índice de manejo de carbono .....                                                                                           | 20 |
| Referências .....                                                                                                               | 21 |
| 3 INDICADORES BIOLÓGICOS, FRAÇÕES DE CARBONO E ÍNDICE DE MANEJO DE CARBONO NA QUALIDADE DE SOLOS NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO..... | 29 |
| Resumo .....                                                                                                                    | 29 |
| Abstract.....                                                                                                                   | 30 |
| 3.1 Introdução.....                                                                                                             | 31 |
| 3.2 Material e Métodos.....                                                                                                     | 32 |
| 3.2.1 Caracterização das áreas de estudo e amostragem .....                                                                     | 32 |
| 3.2.2 Análises químicas e composição granulométrica dos solos .....                                                             | 34 |
| 3.2.3 Análises biológicas e do solo.....                                                                                        | 42 |
| 3.2.4 Análises estatísticas e interpretação dos resultados.....                                                                 | 45 |
| 3.3 Resultados e Discussão.....                                                                                                 | 46 |
| 3.3.1 Carbono orgânico total (COT).....                                                                                         | 46 |
| 3.3.2 Carbono Solúvel em água (CSA) .....                                                                                       | 51 |
| 3.3.3 Carbono da biomassa microbiana (CBM) .....                                                                                | 55 |
| 3.3.4 Respiração basal do solo (RBS) .....                                                                                      | 59 |
| 3.3.5 Quociente metabólico (qCO <sub>2</sub> ) .....                                                                            | 63 |

|                                                                                                                                           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.3.6 Quociente microbiano (qMIC) .....                                                                                                   | 67         |
| 3.3.7 Substâncias Húmicas .....                                                                                                           | 71         |
| 3.7.1 Ácidos Fulvicos (C-AF), Ácidos Húmicos (C-AH) e Humina (HUM) .....                                                                  | 71         |
| 3.7.2 Relação C-AH/C-AF e EA/HUM.....                                                                                                     | 75         |
| 3.4 Conclusões.....                                                                                                                       | 78         |
| Referências .....                                                                                                                         | 79         |
| <b>4 ATRIBUTOS BIOLÓGICOS E ÍNDICE DE MANEJO DE CARBONO EM CAATINGA NATIVA E USO AGROPECUÁRIO NO AGRESTE E SERTÃO DE PERNAMBUCO .....</b> | <b>87</b>  |
| Resumo .....                                                                                                                              | 87         |
| Abstract.....                                                                                                                             | 88         |
| 4.1 Introdução.....                                                                                                                       | 89         |
| 4.2 Material e Métodos.....                                                                                                               | 90         |
| 4.2.1. Caracterização das áreas de estudo e amostragem .....                                                                              | 90         |
| 4.2.2. Análises estatísticas e interpretação dos resultados.....                                                                          | 93         |
| 4.3 Resultados e Discussão.....                                                                                                           | 94         |
| 4.4 Conclusões.....                                                                                                                       | 108        |
| Referências .....                                                                                                                         | 108        |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                                                                                       | <b>115</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga é exclusivamente brasileiro, sua vegetação não é uniforme devido a variações climáticas que influenciam o volume de precipitações, à qualidade dos solos e as atividades extrativistas exercidas pelos seus habitantes.

Nos últimos anos, estas variações vêm se intensificando, visto que as previsões climáticas para a regiões semiáridas caracterizam mudanças no que se refere ao regime pluvial e, conseqüentemente, temperaturas. Associadas às mudanças naturais, as ações antrópicas na Caatinga pela conversão de vegetação nativa em áreas de atividades agrícolas, têm devastado muitas áreas remanescentes e provocado um estado de alerta, pois os solos tem perdido sua qualidade, surgindo áreas de desertificação, situação alarmante, pela capacidade improdutiva destes solos.

A qualidade do solo é definida como a capacidade de funcionar e manter a sobrevivência de plantas e animais dentro dos limites naturais ou impostos, sem comprometer a qualidade ambiental (DORAN; ZEISS, 2000; ANDREWS et al., 2004).

No entanto, como o solo apresenta diversas funções nas propriedades físicas, químicas e biológicas, a simples medição de um atributo não é suficiente para inferir sobre a qualidade do solo (ANDREWS; CARROLL, 2001; OBADE; LAL, 2014). Atualmente, dentre os atributos do solo, os biológicos são aqueles avaliados em grande escala, inclusive no Brasil, pois são os micro-organismos responsáveis pelas grandes transformações físicas e químicas no solo, tornando-o apto a exercer todas as funções na natureza. Além disso, atributos relacionados à matéria orgânica do solo são eficientes a serem monitorados no tempo (SHUKLA et al., 2006), pois indicam respostas mais rápidas sobre o manejo adotado e diretrizes para melhoria da qualidade do solo.

Embora existam muitos estudos sobre a variabilidade temporal dos indicadores de qualidade do solo, a maioria deles tem sido conduzida em regiões sob clima temperado. Ainda, muitos desses foram realizados em campos avaliando os principais efeitos causados por entradas de resíduos de colheita durante a estação de crescimento (MONOKROUSOS et al., 2008; GIACOMETTI et al., 2013).

Mais recentemente, alguns trabalhos vêm avaliando os atributos biológicos do solo em função de análise temporal (BENINTENDE et al., 2015; SERRANO et al., 2015; CORREIA et al., 2015). No entanto, em ambiente de Caatinga, com alta variabilidade de chuvas de um ano para o outro (SAMPAIO et al., 1995; MARENGO et

al., 2011), os estudos são escassos pelas dificuldades de concepção e monitoramento de sistemas de uso do solo nestes ambientes (GARIGLIO et al., 2010).

### **1.1 Hipóteses**

- Os teores do carbono microbiano (CBM); respiração basal do solo (RBS); Carbono solúvel em água (CSA); quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) e microbiano (qMic), alteram em função da variação temporal em cada mesorregião e áreas de Caatinga no semiárido de Pernambuco.
- O impacto registrado em áreas antropizadas por meios dos indicadores microbiológicos e frações de carbono diferem entre áreas da mesma mesorregião no semiárido pernambucano.

### **1.2 Objetivo Geral**

Verificar a variação das frações de carbono e atributos biológicos em decorrência da conversão de Caatinga nativa em uso agropecuário em solos do Semiárido de Pernambuco em diferentes estações de coleta.

### **1.3 Objetivo específico**

- Monitorar as variações em atributos biológicos de áreas preservadas e antropizadas das mesorregiões predominantes do bioma caatinga em Pernambuco ao longo do tempo;
- Comparar, principalmente os atributos biológicos das áreas preservadas e antropizadas;
  - Identificar indicadores do processo de degradação em solos do semiárido;
  - Caracterizar quantitativa e qualitativamente a matéria orgânica em diferentes mesorregiões no semiárido pernambucano.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Caatinga

A Caatinga é um bioma heterogêneo com formação vegetal constituída de arbustos espinhosos e florestas sazonalmente secas, sendo um bioma exclusivamente brasileiro (LEAL et al., 2005; SANTOS et al., 2011). Ocorre na região semiárida do Nordeste (IBGE, 2004; GARIGLIO et al., 2010; SANTOS et al., 2011), cobrindo a maior parte dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e a parte nordeste de Minas Gerais, no vale do Jequitinhonha (LEAL et al., 2005). A sua vegetação é do tipo xerófila, resistente a longos períodos de estiagem (BRASIL, 2007).

A extensão territorial da Caatinga é de aproximadamente 800.000 km<sup>2</sup>, (TROVÃO et al., 2004) e é considerada como a região mais densamente povoada (MENEZES et al., 2012), com cerca de 27 milhões de habitantes (MMA, 2011). Atualmente, o desmatamento da vegetação natural deste bioma corresponde a cerca de 46% da área originalmente coberta (TIESSEN et al., 1998; MMA, 2011), sendo a Caatinga arbórea considerada rara, esparsa e fragmentada, pois de 30,4 a 51,7% da sua área, ou até mais, foi modificada pelas atividades antropogênicas (LEAL et al., 2005).

A Caatinga é também caracterizada por um sistema de chuvas extremamente irregular de ano para ano, com precipitação média anual variando de 240 a 1500 mm (SAMPAIO, 1995; PRADO, 2003), com a maioria das chuvas (50-70%) concentrada em apenas três meses consecutivos, com alta variação anual, o que resulta em secas severas periódicas (NIMER, 1972; KROL et al., 2001; CHIANG; KOUTAVAS, 2004). Estas secas promovem na vegetação Caatinga uma grande variedade de formações, adaptadas a estas mudanças climáticas, relacionando-se à presença ou ausência de água e às condições do solo (REBOUÇAS, 1997; FIGUEIREDO, 2012; SCHACHT, 2015).

A vegetação da Caatinga pode ser separada em vegetação: arbórea (8 a 12 metros), arbustiva (2 a 5 metros) e herbácea (abaixo de 2 metros), desenvolvendo-se a partir do clima seco, adaptada às condições de secas, armazenando água, como também concentrando as raízes em superfície para absorver o máximo de chuva (CAVALCANTE; NASCIMENTO, 2006).

Nessa região, ocorre o predomínio de solos rasos, que tendem a ser saturados no período chuvoso e ressecados com facilidade nos períodos mais longos de estiagem, além de apresentar baixos índices de evapotranspiração durante todo o ano em decorrência das poucas precipitações pluviométricas. Geralmente, os eventos de precipitação ocorrem com grande intensidade e, associado à baixa eficiência da vegetação em proteger os solos, estes são submetidos a processos erosivos intensos, promovendo sua degradação (TAVARES FILHO et al., 2006).

Embora as características de solos da região sejam consideradas como similares para ocorrência em todo o semiárido, segundo Santos et al. (2002), existem também atributos específicos de solos em cada sub-região, que podem variar quanto à precipitação anual média, distribuição pluvial, tipo de vegetação e tipo de solo.

Apesar de todas suas particularidades, de ser a única grande região natural brasileira cujos limites estão inteiramente restritos ao território nacional, a Caatinga, nacionalmente, é a menos conhecida cientificamente e, por muito tempo, sempre foi vista como um espaço menos importante que os demais, sem prioridade e necessidade de conservação. Em consequência, atualmente, é um dos mais ameaçados biomas no Brasil, devido ao uso inadequado e insustentável dos seus solos e dos recursos naturais, mantendo-se protegidos em unidades de conservação apenas 1% das áreas remanescentes (HOEKSTRA et al., 2005; ANGELOTTI et al., 2009; SANTOS et al., 2011).

## **2.2. Manejo do bioma Caatinga**

O bioma Caatinga possui 47 unidades de conservação com vários regimes de gerenciamento (16 federais, 7 estaduais e 24 privadas), somando 4.956 km<sup>2</sup>, correspondendo, aproximadamente, a 6,4% da região. No entanto, apenas 11 áreas são de proteção integral, correspondendo a menos de 1% de todo território do bioma, sendo então protegidas por parques nacionais, estações ecológicas e reservas biológicas. Considerando todos os biomas brasileiros, a Caatinga tem o menor número e a menor extensão protegida (MMA, 2002).

A atividade antrópica utilizada de forma insustentável, como a conversão anualmente de remanescentes de vegetação em culturas de ciclo curto, bem como o

corte de madeira para lenha, a caça de animais e a contínua remoção da vegetação para a criação de bovinos e caprinos tem levado ao empobrecimento ambiental, em larga escala, na Caatinga. Desde o início da colonização europeia, as áreas de solos mais produtivas também foram convertidas em pastagens e culturas agrícolas, ameaçando a biodiversidade da Caatinga (CASTELETTI et al., 2004).

Na conversão de ecossistemas naturais em sistemas agrícolas, a matéria orgânica do solo (MOS) é afetada por uma série de atividades que comprometem as taxas de adição e sua decomposição no solo (ZINN et al., 2005). Nessa substituição, a entrada de biomassa vegetal é reduzida, aumentando a perda de nutrientes e, como consequência, promove a redução nos teores de MOS (NUNES et al., 2009).

Nessas condições, as práticas de manejo devem ser eficientes, de modo a promover um sistema de produção sustentável, visto que a capacidade regenerativa do solo em ambientes de Caatinga é baixa. Na realidade, os sistemas de produção para subsistência nessas áreas não contemplam a adição de nutrientes, coberturas para proteção do solo e utilizam sistemas de corte e queima da vegetação, retirando a proteção do solo e provocando uma maior taxa de escoamento durante a estação chuvosa (OLIVEIRA et al., 2004). Tais práticas tem enquadrado o bioma Caatinga em processos de desertificação, afetando fortemente os ciclos biogeoquímicos da região, uma vez que diminuem a fertilidade do solo e a disponibilidade de água, comprometendo a maioria dos processos que ocorrem no ecossistema (MENEZES et al., 2012).

Para alguns pesquisadores, a retirada excessiva da vegetação nativa constitui a maneira mais comum para a desertificação ser iniciada, uma vez que o papel de estabilização originado pela cobertura vegetal diminui ou deixa de existir nesses ecossistemas atingidos (TRAVASSOS; SOUZA, 2011).

Na presença da vegetação nativa, ocorre uma boa cobertura e proteção do solo, dificultando a ação direta do impacto das gotas da chuva, capazes de promover alterações na temperatura e umidade do solo. Essa proteção facilita o desenvolvimento do sistema radicular das plantas e a atividade microbiana, tornando um ambiente mais favorável à formação de agregados, melhorando a porosidade e influenciando positivamente sobre os atributos químicos e a fertilidade do solo (SAMPAIO; ARAÚJO, 2005).

Por este motivo, estudos que avaliem a real situação do bioma Caatinga, se fazem necessários para indicar os impactos causados pela conversão de vegetação nativa para as atividades antrópicas que, em função do tipo de manejo adotado, podem

levar a consequências de degradação do solo, principalmente pela diminuição na capacidade produtiva dos solos, ou seja, sua fertilidade (SAMPAIO; ARAÚJO, 2005).

### **2.3 Matéria orgânica e atributos biológicos do solo**

A matéria orgânica do solo (MOS) é determinante na capacidade produtiva dos solos, uma vez que está relacionada diretamente à disponibilidade de nutrientes, à capacidade de troca de cátions do solo, à complexação de elementos tóxicos e micronutrientes, agregação, infiltração, retenção de água, aeração, atividade e biomassa microbiana. Desta forma, a adoção de sistemas de manejo deve ser levada em consideração, entre outros aspectos, quanto ao seu efeito sobre os teores de MOS (BAYER; MIELNICZUK, 2008).

Algumas propriedades do solo podem ser usadas para avaliar o uso e manejo, sendo consideradas, também, como indicadores da qualidade do solo. Os atributos biológicos, ou bioindicadores, geralmente são utilizados, devido aos micro-organismos serem responsáveis por inúmeros processos e funções, como a decomposição de resíduos e ciclagem de nutrientes, síntese de substâncias húmicas e agregação de partículas do solo (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007; HUNGRIA et al., 2009; NUNES et al., 2012; BURNS et al., 2013).

A análise desses indicadores pode fornecer informações relevantes sobre o comportamento de funções-chave do solo (CHAER; MYROLD; BOTTOMLEY, 2009). No entanto, nenhum indicador pode ser considerado individualmente e capaz de descrever ou quantificar todos os aspectos relacionados à qualidade do solo, (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007; STENBERG, 1999; SCHLOTTER; DILLY; MUNCH, 2003;).

Entre os indicadores frequentemente utilizados para avaliação microbiológica, destacam-se o carbono da biomassa microbiana do solo (CBMS), a respiração basal do solo (RBS), a relação carbono da biomassa microbiana/carbono orgânico, denominada quociente microbiano (qMIC) e a relação respiração/biomassa, denominado quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) (CARNEIRO et al., 2009; PESSOA et al., 2012; BORGES et al., 2014; CHERUBIN et al., 2015).

Estes trabalhos sobre indicadores biológicos demonstram que os micro-organismos são capazes de detectar, de forma mais rápida, as mudanças e transformações da matéria orgânica impostas ao solo de forma natural ou antrópica,

(CONCEIÇÃO et al., 2005; XAVIER et al., 2006; MAIA et al.; 2007; RANGEL et al., 2008; LOSS et al., 2009a,b).

A biomassa microbiana representa a parte viva da MOS, contendo C que representa o destino inicial em transformação no solo e que é submetida a uma ciclagem rápida (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007), bem como consiste em energia armazenada para futuros processos microbianos (BLAGODATSKAYA; KUZYAKOV, 2008). Seu uso tem sido feito em diversos estudos com solos degradados, sob diferentes coberturas vegetais, em sistemas agrícolas, comparando sistemas agrícolas e naturais e em sistemas agroflorestais (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

De acordo com Mendes et al. (2012), o CBMS não fornece indicações sobre atividade dos micro-organismos do solo, sendo necessário medir simultaneamente o estado metabólico da comunidade microbiana através da RBS, para que, através desses dados, sejam obtidas variáveis importantes derivadas do CBMS,  $qMIC$  e  $qCO_2$ , (KASCHUK et al., 2010; NUNES et al., 2012), os quais servem para indicar a real situação dos ecossistemas em termos de resistência e resiliência.

A RBS é um indicador sensível, capaz de revelar rapidamente alterações nas condições ambientais que porventura afetem a atividade microbiana (DE-POLLI e PIMENTEL, 2005). No entanto, deve ser interpretada de forma cautelosa, uma vez que o acréscimo na atividade respiratória pode ser desencadeado tanto pela alta produtividade de um determinado ecossistema quanto pelo estresse advindo de distúrbios ambientais (SILVA et al., 2007). Desta forma, a avaliação deve ser feita de forma específica ao contexto de cada ambiente.

O  $qMic$  indica o percentual de reserva do carbono orgânico total no solo (COT), e pode-se perceber que os altos índices indicam que a MOS está ativa, ou seja, disponível para que seja decomposta pela microbiota (PADALTO et al., 2015). Por outro lado, uma baixa atividade microbiana é refletida por baixos valores de quociente microbiano, indicando menor reserva de compostos orgânicos nessas áreas (CARNEIRO et al., 2009).

O  $qCO_2$ , por sua vez, pode ser indicador da condição de estresse ao qual a biomassa microbiana está submetida (BARETTA et al., 2005; MALUCHE-BARETTA et al., 2006). Baixos valores de  $qCO_2$  tendem a um ambiente estável ou próximo ao seu equilíbrio. Já valores elevados de  $qCO_2$  podem indicar ecossistemas jovens, submetidos a alguma condição de estresse (BEHERA;SAHANI, 2003; DINESH et al., 2003; BOHME; BOHME, 2006; MALUCHE-BARETTA et al., 2006), uma vez que a

comunidade microbiana e os micro-organismos tendem a consumir mais substrato para sobreviver, sendo necessário que ocorra um maior gasto de energia para sua manutenção (AGNELLI et al., 2001; CARNEIRO et al., 2008).

Nas frações lábeis do solo, que estão presentes em menores proporções pelo rápido esgotamento quando comparadas às formas não-lábeis (PAUL et al., 2001), o carbono solúvel em água (CSA) se enquadra como um importante componente destas frações, e é altamente sensível a mudanças nas práticas de manejo (XU et al., 2011), podendo também ser usado como indicador ao avaliar o impacto de conversão de vegetação nativa para usos agrícolas.

Com a análise desses atributos avaliando diferentes manejos de solo, a sustentabilidade e a conservação dos ambientes podem ser previstas, estimando as limitações e potencialidades dos ecossistemas naturais ou com ação antrópica.

## **2.4 Índice de manejo de carbono**

O índice de manejo de carbono (IMC), sugerido por Blair et al. (1995) e Vieira et al. (2007), leva em consideração aspectos da labilidade da MOS. O IMC é resultado da combinação de frações de C lábil (CL) e C não-lábil (CNL), no qual, o COT tem grande quantidade de C na forma recalcitrante, considerada como a fração de CNL, que por sua natureza muda lentamente. Já o CL, proporciona uma ciclagem de forma mais rápida, mudando substancialmente após o manejo do solo (NAHRAWI et al., 2012).

Vale salientar que é importante considerar estes reservatórios de C no solo, pois desempenham papéis diferentes no que se refere à ciclagem de C e de nutrientes, refletindo na fertilidade do solo (CHAUDHARY; DHERI, 2017).

Considerando a labilidade da MOS, este índice busca unir características quantitativas e qualitativas, como uma ferramenta de monitoramento tanto para a degradação do solo quanto para a produtividade dos ecossistemas (WENDLING et al., 2008; ROSSI et al., 2012). Ainda, é capaz de fornecer informações acerca dos melhores sistemas de manejo de solos e culturas, pois associa, numa mesma medida, as variações ocorridas nas diferentes frações da MOS (NICOLOSO et al., 2008).

O IMC é calculado pela relação de uma área com vegetação de referência, que pode ser uma área de vegetação natural (campo nativo ou mata), no qual é definido o valor de  $IMC = 100$ . Desta forma, ao avaliar áreas agrícolas com diferentes manejos,

valores de IMC abaixo de 100 indicam a redução do conteúdo de carbono pelo sistema de manejo em relação à vegetação de referência, o que demonstra que o sistema está em declínio e, acima de 100, o aumento de carbono, indicando que o sistema está sendo recuperado, melhorado e mantido (CHAUDHARY; DHERI, 2017).

No entanto, não há uma definição de quais os atributos são mais adequados para cada ecossistema e, conforme discutido anteriormente, a escassez de estudos no bioma Caatinga torna a avaliação da qualidade de solos nessas áreas uma fronteira de conhecimento a ser pesquisada.

## Referências

- AGNELLI, A.; UGOLINI, F. C.; CORTI, G.; PIETRAMELLARA, G. Microbial biomass C and basal respiration of fine earth and highly altered rock fragments of two Forest soil. **Soil Biology & Biochemistry**, England, v. 33, n. 4, p. 613-620, 2001.
- ANDREWS, S. S.; ANDREWS, D. L.; KARLEN, C.A. CAMBARDELLA, C. A. A.A soil management assessment framework: a quantitative soil quality evaluation method. **Soil Science Society of America Journal**, United States, v 68, n. 6, p. 1945-1962, 2004.
- ANDREWS, S. S.; CARROLL, C. R. Designing a soil quality assessment tool for sustainable agroecosystem management. **Ecological Applications**, United States, v. 11, n. 6, p. 1573–1585, 2001.
- ANGELOTTI, F.; SCAPIN, C. R.; TESSMANN, D. J.; VIDA, J. B.; OLIVEIRA, R. R.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of grapevine rust. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 439-443, 2009.
- ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; FIGUEIREDO, S. R.; KLAUBERG-FILHO, O. Efeito do monocultivo de pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no Planalto Sul Catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p.715-724, 2005.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L.S. da; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A. de O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, p.7-18, 2008.
- BEHERA, N.; SAHANI, U. Soil microbial biomass and activity in response to Eucalyptus plantation and natural regeneration on tropical soil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 174, n. 1, p. 1-11, 2003.

BENINTENDE, S.; BENINTENDE, M.; STERREN, M.; SALUZZIO, M.; BARBAGELATA, P. Biological variables as soil quality indicators: Effect of sampling time and ability to classify soils by their suitability. **Ecological Indicators**, New York, v. 52, p. 147–152, 2015.

BLAGODATSKAYA, E.; KUZYAKOV, Y. Mechanisms of real and apparent priming effects and their dependence on soil microbial biomass and community structure: critical review. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 45, n. 2, p. 115–131, 2008.

BLAIR, G.J.; LEFROY, R.D.B.; LISLE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.46, n. 7, p.1459-1466, 1995.

BORGES, L. A. B. ; RAMOS, M. L. G. ; VIVALDI, L. J. ; FERNANDES, P. M. ; MADARI, B.E. ; SOARES, R. A. B. ; FONTOURA, P. R. . Impact of sugarcane cultivation on the biological attributes of an oxisol in the brazilian savannah. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 5, p. 1459-1473, 2014.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional do SemiÁrido, 2007. Disponível em: <http://www.insa.gov.br/index.php/content/view/97.html> Acesso em: 02/01/2017.

BURNS, R. G.; FOREST, J. L.; MARXSEN, J.; SINSABAUGH, R. L.; STROMBERGER, M. E.; WALLENSTEIN, M. D.; WEINTRAUB, M. N.; ZOPPINI, A. Soil enzymes in a changing environment: current knowledge and future directions. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 58, p. 216-234, 2013.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.147-157, 2009.

CASTELLETTI, C. H. M.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2004. p. 91-100.

CAVALCANTE, M. B.; NASCIMENTO, S. M. S. G. **Áreas protegidas na Caatinga: Um estudo de caso no Parque Estadual de Pedra de Boca**. Artigo em Estudos de Impactos Ambientais (EIA), Curso de Especialização em Ciências Ambientais – FIP/PB, 2006.

CHAER, G. M.; FERNANDES, M. F.; MYROLD, D.; BOTTOMLEY, P. Comparative resistance and resilience of soil microbial communities and enzyme activities in adjacent native forest and agricultural soils. **Microbial Ecology**, New York, v. 58, n. 2, p. 414-424, 2009.

- CHAUDHARY, S.; DHERI, G. S. Long-term effects of NPK fertilizers and organic manures on carbon stabilization and management index under rice-wheat cropping system. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 166, p. 59–66, 2017.
- CHERUBIN, M. R.; EITELWEIN, M. T.; FABBRIS, C.; WEIRICH, S. W.; SILVA, R. F.; SILVA, V. R.; BASSO, C. J. Qualidade física, química e biológica de um Latossolo com diferentes manejos e fertilizantes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, p. 615-625, 2015.
- CHIANG, J. C. H.; KOUTAVAS, A. Tropical flip-flop connections. **Nature**. New York, v. 432, n. 7018, p. 684-685, 2004.
- CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 777-788, 2005.
- CORREIA, K. G.; ARAÚJO FILHO, R. N.; MENEZES, R. S. C.; SOUTO, J. S.; FERNANDES, P. D. Atividade microbiana e matéria orgânica leve em áreas de Caatinga de diferentes estágios sucessionais no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 196–202, 2015.
- DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M. S. Indicadores de qualidade do solo. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (eds.) **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília-DF: Embrapa, p. 17-28. 2005.
- DINESH, R.; CHAUDHURI, S. G.; GANESHAMURTHY, A. N.; DEY, C. Changes in soil microbial indices and their relationships following deforestation and cultivation in wet tropical forests. **Applied Soil Ecology**, Netherlands, v. 24, n. 1, p. 17-2, 2003.
- DORAN, J. W., ZEISS, M. R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, Netherlands, v. 15, n. 1, p. 3–11, 2000.
- FIGUEIREDO, S. G. **Quixadá e a implantação do IFCE: contribuições socioeconômicas, culturais e educacionais na perspectiva da comunidade**. 149 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro - SP, 2012.
- GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga** (2ª Ed.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 29–48, 2010.
- GIACOMETTI, C.; DEMYAN, M. S.; CAVANI, L.; MARZADORI, C.; CIAVATTA, C.; KANDELER, E. Chemical and microbiological soil quality indicators and their potential to differentiate fertilization regimes in temperate agroecosystems. **Applied Soil Ecology**, Netherlands, v. 64, p. 32–48, 2013.
- HOEKSTRA, J.M.; T.M. BOUCHER; T.H. RICKETTS; C. ROBERTS. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. **Ecology Letters**, Oxford, v.8, n. 1, p. 23-29, 2005.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; BRANDÃO-JUNIOR, O.; KASCHUK, G.; SOUZA, R. A. Soil microbial activity and crop sustainability in a long-term experiment with three soil tillage and two crop-rotation systems. **Applied Soil Ecology**, Netherlands, v. 42, n. 3, p. 288-296, 2009.

IBGE, 2004. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Sistema IBGE de Recuperação Automática. 2015.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 20, n. 1, p. 1-13, 2010.

KROL, M. S.; JAEGAR, A.; BRONSTERT, A.; KRYWKOW, J. The semiarid integrated model (SDIM), a regional integrated model assessing water availability, vulnerability of ecosystems and society in NE-Brazil. **Physics and Chemistry of the Earth**, Oxford, v. 26, n. 3, p. 529-533. 2001.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C. D.; TABARELLI, M.; LACHER, T. E. Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of northeastern Brazil. **Conservation Biology**, London, v. 19, n. 3, p. 701-706. 2005.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 1, p. 68-75. 2009a.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Carbono e frações granulométricas da matéria orgânica do solo sob sistemas de produção. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1067-1072, 2009b.

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

MALUCHE-BARETTA, C. R. D.; AMARANTE, C. V. T.; KLAUBERG-FILHO, O. Análise multivariada de atributos do solo em sistemas convencional e orgânico de produção de maçãs. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 10, p. 1531-1539, 2006.

MARENCO, J. A.; ALVES, L. M.; BEZERRA, E. A.; LACERDA, F. F. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas ISBN 978-85-64265-01-1. Instituto Nacional do Semiárido Campina Grande – PB 403. 2011.

MENDES, I. C.; FERNANDES, M. F.; CHAER, G. M.; REIS JÚNIOR, F. B. Biological functioning of Brazilian cerrado soils under different vegetation types. **Plant and Soil**, Benthlem, v. 359, p. 183-195, 2012.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GIONGO, V. B.; PEREZ-MARIN, A. M. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga biome. **Brazilian Journal of Biology**, Brasília, v. 72, n. 1, p. 1-11, 2012.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). Subsídios para a elaboração do plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Caatinga. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 2011

[http://www.mma.gov.br/estruturas/203/arquivos/diagnostico\\_do\\_desmatamento\\_na\\_Caatinga\\_203\\_2\\_203\\_1.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/203/arquivos/diagnostico_do_desmatamento_na_Caatinga_203_2_203_1.pdf) (Acesso em: 13 de janeiro de 2017)

MONOKROUSOS, N.; PAPTAEODOROU, E. M.; DIAMANTOPOULOS, J. D.; STAMOU, G. P. Soil quality variables in organically and conventionally cultivated field sites. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 38, p. 1282–1289, 2006.

NAHRAWI, H.; HUSNI, M. H. A.; RADZIAH, A. O. Labile carbon and carbon management index in peat planted with various crops. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 43, p. 1647- 1657, 2012.

NICOLOSO, R. S.; AMADO, T. J. C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M. E.; GIRARDELLO, V. C.; BRAGAGNOLO, J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1723-1734, 2008.

NIMER, E. Climatologia da região Nordeste do Brasil. Introdução à climatologia dinâmica. **Revista Brasileira de Geografia**, Brasília, v. 34, p. 3-51, 1972.

NUNES, L. A. P. L.; DIAS, L. E.; BARROS, I. J. N. F.; KASUYA, M. C. M.; CORREIA, E. F. Impacto do monocultivo de café sobre os indicadores biológicos do solo na zona da área remanescente de Cerrado mineira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2467-2474, 2009.

NUNES, L. A. P. L.; LIMA, L. M.; CARNEIRO, R. F. V.; TSAI, S. M.; SALVIANO, A. A. C. Land degradation on soil microbial biomass and activity in Northeast Brazil. **Pedosphere**, Beijing, v. 22, p. 88 – 95, 2012.

OBADE, V. P.; LAL, R. Usando metanálises para avaliar a variabilidade pedórea sob diferentes usos da terra e manejo do solo no centro de Ohio, EUA. **Geoderma**, Amsterdam, v. 232-234, p. 56-68, 2014.

OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, A. E. S.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; LIBARDI, P. L.; XAVIER, F. A. S. **Solo e água: aspectos de uso e manejo com ênfase no semiárido nordestino**. Fortaleza – CE. Departamento de Ciências do Solo, UFC, 458p. 2004.

PADALTO, J. P.; FERNANDES, H. C.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; MATOS, A. T. Sistema de preparo do solo e sua influência na atividade microbiana. **Engenharia Agrícola**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 506-513, 2015.

- PAUL, E. A.; COLLINS, H. P.; LEAVITT, S. W. Dynamics of resistant soil carbon of Midwestern agricultural soils measured by naturally occurring <sup>14</sup>C abundance. **Geoderma**, Amsterdam, v. 104, n. 3, p. 239–256, 2001.
- PESSOA, P. M. A.; DUDA, G. P.; BARROS, R. B.; FREIRE, M. B. G. S.; NASCIMENTO, C. W. A.; CORREA, M. M. Frações de carbono orgânico de um latossolo húmico sob diferentes usos no agreste brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, n.1, 2012.
- PRADO, D. As Caatingas da América Do Sul. IN: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. p. 3-73. 2003.
- RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; GUILHERME, L. R. G. Frações oxidáveis do carbono orgânico de Latossolo cultivado com cafeeiro em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 429-437, 2008.
- REBOUÇAS, A. C. Água na Região Nordeste: desperdício e escassez. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v. 11, n. 29, p. 127-154, 1997.
- ROSSI, C.Q.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. Frações orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em Latossolo Vermelho sob plantio de soja no cerrado goiano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 2, p. 233-241, 2012.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. do S. B. Desertificação no nordeste do Brasil. In. **Anais... CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, v. 30, 2005.
- SAMPAIO, E. V. S. B. **Overview of the Brazilian Caatinga**. In: BULLOCK, S.H., MOONEY, H. A.; MEDINA, E. (eds.). *Seasonally dry forests*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, p. 35-58, 1995.
- SANTOS, J. C.; LEAL, I. R.; CORTEZ, J. S. A.; FERNANDES, G. W.; TABARELLI, M. Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. **Tropical Conservation Science**, Menlo Park, v. 4, p. 276-286. 2011a.
- SANTOS, R. S.; COSTA, L. C.; SEDIYAMA, G. C.; LEAL, B. G.; OLIVEIRA, R. A.; JUSTINO, F. B. Avaliação da relação seca/produzitividade agrícola em cenário de mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 26, p. 313–321, 2011b.
- SCHACHT, G. L. A presença de formações relictuais de vegetação em Apucarana (PR); A formação de araucária (*Araucaria angustifolia*). **Revista GeoAmazônia**, Pará, v. 2, n. 4, p. 108-121, 2015.
- SCHLOTTER, M.; DILLY, O.; MUNCH, J. C. Indicators for evaluating soil quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, New York, v. 98, p. 255-262, 2003.
- SERRANO, J.; SILVA, J. M.; SHAHIDIAN, S.; CARVALHO, M. Variabilidade espacial e estabilidade temporal do carbono orgânico do solo num sistema silvo-pastoril Mediterrâneo. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 38, n.4, p 563-573. 2015.

SHUKLA, M. K.; LAL, R.; EBINGER, M. Determining soil quality indicators by factor analysis. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 87, n. 2, p. 194- 204, 2006.

SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO<sub>2</sub>)**. Seropédica-RJ: Comunicado Técnico Embrapa, 2007.

STENBERG, B. Monitoring soil quality of arable land: microbiological indicators. **Acta Agriculturae Scandinavica**, Section B. Soil and Plant Science, Hampshire, v. 49, p. 1-24, 1999.

TAVARES-FILHO, J.; FONSECA, I. C. B.; RIBON, A. A.; BARBOSA, G. M. C. Efeito da escarificação na condutividade hidráulica saturada de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p.996-999, 2006.

TIESSEN, H.; FELLER, C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GARIN, P. Carbon sequestration and turnover in semiarid savannas and dry forest. **Climate Change**, London, v. 40, n. 1, p. 105–117. 1998.

TRAVASSOS, I. S.; SOUZA, B. I. **Solos e desertificação no Sertão paraibano**. Cadernos do Logepa, v. 6, n. 2, p. 101-114, 2011.

TROVÃO, D. M. B. M.; DANTAS, P. F.; ALVES, L.A.; DANTAS, J. N.; BATISTA, A. O.; ARAÚJO, J. Q. Avaliação hídrico de espécies da Caatinga sob diferentes níveis de umidade no solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Sergipe, v. 4, n.2, 2004.

VIEIRA, F. C. B.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; DIECKOW, J.; MIELNICZUK, J.; HE, Z.L. Carbon management index based on physical fractionation of soil organic matter in an Acrisol under long-term no-till cropping systems. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 96, n. 1, p. 195-204, 2007.

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; SILVA, I. R.; COSTA, L. M. Organic-matter lability and carbon-management indexes in agrosylvopasture system on Brazilian Savannah. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 39, n. 11-12, p. 1750-1772, 2008.

XAVIER, F. A. S.; MAIA, S. M. F.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba – CE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 247-258, 2006.

ZINN, Y. L.; LAL, R.; RESCK, D. V. S. Texture and organic carbon relations described by a profile pedotransfer function for Brazilian Cerrado soils. **Geoderma**, Amsterdam, v. 127, n. 1, p.168-173, 2005.

XU, M.; LOU, Y.; SUN, X.; WANG, W.; BANIAMUDD, M.; ZHAO, K. Soil organic carbon active fractions as early indicators for total carbon change under straw incorporation. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 47, n. 7, p. 745-752, 2011



### **3 INDICADORES BIOLÓGICOS, FRAÇÕES DE CARBONO E ÍNDICE DE MANEJO DE CARBONO NA QUALIDADE DE SOLOS NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO**

#### **Resumo**

No bioma Caatinga, cerca da metade da área original encontra-se coberta por vegetação nativa, e mais da metade já foi convertida em usos agropecuários diversos. Isto, associado às temperaturas altas e irregulares precipitações, provocam impactos negativos na qualidade do solo. É possível avaliar alterações e conversões de áreas de Caatinga nativa em usos agrícolas com os atributos biológicos dos solos. Este estudo teve como objetivo avaliar atributos biológicos do solo e substâncias húmicas (SHs), como indicadores da qualidade do solo sob vegetação nativa e uso agrícola em áreas de Caatinga no Semiárido de Pernambuco. No semiárido, foram escolhidas 20 áreas, sendo 10 com cobertura de Caatinga Nativa (CN) e 10 de usos agrícolas (AGR). Em cada área, foi realizada a amostragem de solo a partir de três amostras compostas, formadas por cinco amostras simples por camada (0-5, 5-10 e 10-20 cm). As coletas de solo foram realizadas com auxílio de trado para solos de textura média/argilosa, e com auxílio de pá para solos com textura arenosa. As coletas foram realizadas durante dois anos, sendo a COL1 (set/14 a dez/14), COL2 (Mar/15 a jun/15), COL3 (set/2015 a dez/2015) e COL4 (mar/16 a jun/16). As foram avaliadas anualmente (2014/2015). Após coleta em campo, as amostras foram transportadas para laboratório, sendo separadas 500g de solo para refrigeração a 4°C para análise de CBM. As demais análises foram realizadas com TFSA. Foram analisados os atributos biológicos do solo (CSA, COT, CBM, RBS, qMIC, qCO<sub>2</sub>) e as SHs (C-AF, C-AH e HUM). Os sistemas de usos agropecuários utilizados promoveram impactos significativos sobre os indicadores microbiológicos avaliados. As variáveis CBM, RBS, qMIC e qCO<sub>2</sub> são as mais sensíveis para distinção das coberturas dos solos e em diferentes períodos de coletas até profundidade de 20 cm. A condição de coleta em períodos secos ou chuvosos não foi determinante para diferenciar atividade microbiana do solo com as variáveis biológicas avaliadas e solos do semiárido pernambucano têm valores baixos das frações C-AF, C-AH e C-HUM.

Palavras chave: Biomassa microbiana. Substâncias húmicas. Matéria orgânica. Semiárido. Cobertura do solo.

## **BIOLOGICAL INDICATORS, CARBON FRACTIONS AND SOIL CARBON QUALITY INDEX IN THE SEMI-ARID REGION OF PERNAMBUCO**

### **Abstract**

In the Caatinga biome, about half of the original area is covered by native vegetation, and more than half has already been converted into various agricultural uses. This, associated with high temperatures and irregular precipitations, causes negative impacts on soil quality. It is possible to evaluate changes and conversions of areas of native Caatinga in agricultural uses with the biological attributes of the soils. This study aimed to evaluate soil biological attributes and humic substances (SHs) as indicators of soil quality under native vegetation and agricultural use in Caatinga areas in the semi-arid region of Pernambuco. In the semi-arid region, 20 areas were selected, of which 10 were native Caatinga (CN) and 10 agricultural (AGR). In each area, soil sampling was performed from three composite samples, consisting of five simple samples per layer (0-5, 5-10 and 10-20 cm). Soil samples were collected with the aid of soil and medium clay soils, and with shovels for soils with sandy texture. COL1 (Sep / 14 to Dec / 14), COL2 (Mar / 15 to Jun / 15), COL3 (Sep / 2015 to Dec / 2015) and COL4 (Mar / 16 to Jun) / 16). These were evaluated annually (2014/2015). After field collection, the samples were transported to the laboratory, 500g of soil were separated for cooling at 4 ° C for CBM analysis. The other analyzes were performed with TFSA. Soil biological attributes (CSA, COT, CBM, RBS, qMIC, qCO<sub>2</sub>) and SHs (C-AF, C-AH and HUM) were analyzed. The systems of agricultural uses used promoted significant impacts on the microbiological indicators evaluated. The variables CBM, RBS, qMIC and qCO<sub>2</sub> are the most sensitive for soil cover differentiation and in different collection periods up to 20 cm depth. The condition of collection in dry or rainy periods was not determinant to differentiate microbial activity of the soil with the evaluated biological variables and soils of the semi-arid Pernambuco have low values of the fractions C-AF, C-AH and C-HUM.

**Keywords:** Microbial biomass. Humic substances. Organic matter. Semiarid. Soil cover.

### 3.1 Introdução

A Caatinga, floresta tropical seca nativa da região semiárida do Brasil, é o bioma brasileiro com projeção de maiores impactos no futuro. De acordo com Nóbrega, Farias e Santos (2015), avaliando as possíveis mudanças temporais e sazonais de precipitação em mesorregiões de Pernambuco, demonstraram que os eventos são particulares para cada região no estado, mas que vem ocorrendo cada vez mais a predominância de eventos extremamente secos, bem como também apresentaram a ocorrência de eventos extremamente chuvosos, concentrados nos meses dezembro, janeiro e fevereiro. Estas mudanças climáticas também causam alterações significativas nos ciclos biogeoquímicos, mais intensamente quando associados às práticas insustentáveis de manejo do solo (MENEZES et al., 2012).

Como em outros ambientes, as substituições da vegetação nativa por sistemas agrícolas cultivados resultam em decréscimo no aporte de carbono (C) nos diferentes compartimentos da matéria orgânica do solo (MOS) (MARCHIORI JÚNIOR; MELO, 2000; LEITE et al., 2003), em função do sistema de manejo adotado (XAVIER et al., 2006).

Pelo uso de manejos inadequados, associado às condições climáticas adversas, como altas temperaturas e baixas e irregulares precipitações, somente cerca da metade da área original de Caatinga encontra-se coberta por vegetação nativa (SAMPAIO et al., 2003).

Em condições de vegetação nativa, o solo apresenta uma estrutura bem definida, propriedades químicas em equilíbrio e atuação de agentes biológicos que promovem uma boa condição ao solo. Quando ocorre a conversão para sistemas agrícolas, mudanças drásticas são impostas ao sistema, comprometendo a estabilidade e refletindo-se na perda de MOS (BAYER et al., 2006).

Alterações nos conteúdos de carbono presente no solo são responsáveis pela variação nas propriedades físicas, químicas e biológicas, influenciando tanto na produtividade, quanto na fertilidade dos solos (MAIA et al., 2010).

De acordo com Conceição et al. (2005), apenas a MOS não pode ser considerada como eficiente discriminador das alterações de qualidade do solo em função das práticas de manejo. Nesse caso, o fracionamento desta MOS em diferentes compartimentos pode aumentar a sensibilidade, como exemplo, o uso de carbono solúvel em água (CSA), carbono da biomassa microbiana (CMBS) e carbono lábil (CL) (CHAN, 2001;

SAVIOZZI et al., 2001; YANG; YANG; ZHU, 2005; RUDRAPPA et al., 2006; PURAKAYASTHA et al., 2008; GONG et al., 2009).

Dentre os atributos biológicos dos solos, a atividade microbiana pode ser facilmente afetada por mudanças na umidade do solo (WAN et al., 2007), disponibilidade de nutrientes (XU et al., 2010) e diversidade nas comunidades de plantas presentes no meio (BAI et al., 2010). Os atributos biológicos são utilizados como indicadores da qualidade do solo, por mediar o ciclo do carbono e serem responsáveis pela decomposição do carbono orgânico do solo (DAVIDSON; JANSSENS, 2006; CONANT et al., 2008). Muitos estudos têm relatado que a atividade microbiana é influenciada pelas variações de precipitação (HUNGATE et al., 2007; SHEN; REYNOLDS; SHEN, 2009), o que torna importante avaliar a especificidade destas alterações nos atributos biológicas do solo em ambiente semiárido.

Além disso, o índice de manejo de carbono (IMC) também tem sido amplamente utilizado como um indicador sensível da taxa de variação de carbono orgânico do solo em resposta às mudanças de uso e manejo do solo (BLAIR et al., 2006; GONG et al., 2009).

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar atributos biológicos do solo e o índice de manejo de carbono (IMC) como indicadores da qualidade do solo sob vegetação nativa e uso agropecuário em áreas de Caatinga no semiárido de Pernambuco.

## **3.2 Material e Métodos**

### **3.2.1 Caracterização das áreas de estudo e amostragem**

O presente estudo foi conduzido em áreas de caatinga no semiárido do estado de Pernambuco. As áreas foram escolhidas em reservas ou unidades de conservação da Caatinga conforme a localização e cobertura do solo (Tabela 1). Em cada uma das áreas foram utilizadas duas subáreas, uma sob vegetação de Caatinga Nativa como referência e uma de uso agrícola, situadas nas proximidades ou dentro da mesma unidade de conservação.

Os dados de precipitação nos municípios em que as áreas estudadas foram coletadas no semiárido de Pernambuco está apresentada na Figura 1. Estes dados foram coletados na APAC- Agência Pernambucana de Águas e Climas, Estação Recife, PE.

Em cada área a amostragem foi realizada em uma parcela de 100 m<sup>2</sup>, coletando-se aleatoriamente cinco amostras simples para formar uma amostra composta por

camada (0-5, 5-10 e 10-20 cm), num total de três amostras compostas. Ou seja, foram três amostras compostas por área de Caatinga e três sob uso agropecuário.

Tabela 1. Localização geográfica e histórico de uso das áreas de estudo no Agreste e no Sertão de Pernambuco

| ÁREA              | Manejo           | Coordenadas                          | Alt. <sup>3</sup> | Histórico de Uso                                                                                   |
|-------------------|------------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   |                  |                                      |                   | <u>Agreste</u>                                                                                     |
| BQ1 <sup>4</sup>  | CN <sup>1</sup>  | 08° 54'27,3'' S<br>36°29'41,5'' W    | 717               | Caatinga nativa. Vegetação arbustiva. Acesso a alguns animais.                                     |
|                   | AGR <sup>2</sup> | 08°30'04,7'' S<br>037°18'42,1'' W    | 788               | Área com pasto raleado e com algumas áreas descobertas.                                            |
| BQ2 <sup>5</sup>  | CN               | 038°31' 17,6'' S<br>0,37°14'10,1''W  | 851               | Caatinga nativa. Vegetação herbácea e densa.                                                       |
|                   | AGR              | 038°31' 18,1'' S<br>037°15'11,7'' W  | 979               | Área de pousio, com presença de vegetação herbácea densa                                           |
| CAR <sup>6</sup>  | CN               | 08°13' 54,2'' S<br>035° 55'12,7'' W  | 396               | Caatinga nativa arbórea-arbustiva. Densa.                                                          |
|                   | AGR              | 08° 14' 22,8'' S<br>035° 55'12,7'' W | 429               | Área com revolvimento (aração e gradagem) e uso de rotação de culturas (milho, sorgo).             |
| SC <sup>7</sup>   | CN               | 08° 14' 21,5'' S<br>036° 11'14,1'' W | 635               | Caatinga nativa arbustiva-arbórea. Densa. Mais de 14 anos como unidade de conservação              |
|                   | AGR              | 07° 58' 02,8'' S<br>038° 23'00,3'' W | 474               | Área descoberta e com presença de animais.                                                         |
| ST1 <sup>8</sup>  | CN               | 07°58'49'' S<br>038°22'37,5'' W      | 583               | Sertão<br>Área de Caatinga nativa arbórea, sem nenhuma interferência antrópica.                    |
|                   | AGR              | 07°58'22'' S<br>038°18'47'' W        | 564               | Histórico de cultivo de algodão arbóreo e consórcio de milho+ feijão                               |
| ST2 <sup>9</sup>  | CN               | 07°51'27,0'' S<br>038°22'57'' W      | 542               | Área de Caatinga arbórea-arbustiva com interferência humana, sob recuperação                       |
|                   | AGR              | 07°51'32,0'' S<br>038°20'56'' W      | 509               | Área com históricos de cultivo com pastagem, atualmente em revegetação com espécies arbustivas.    |
| ST3 <sup>10</sup> | CN               | 07°57'50,0'' S<br>038°22'58,6'' W    | 427               | Área de Caatinga Nativa arbórea, sem interferência antrópica                                       |
|                   | AGR              | 07°56'49,7'' S<br>038°23'26'' W      | 429               | Área de pasto e acesso a Bovinos nas áreas.                                                        |
| ST4 <sup>11</sup> | CN               | 08°06'11,4'' S<br>038°04'36,3'' W    | 515               | Caatinga nativa arbórea-arbustiva e densa. Pedregosidade.                                          |
|                   | AGR              | 08°06'05,6'' S<br>038°04'42,4'' W    | 514               | Área com plantio de melancia, milho, feijão e mandioca, em consórcio e rotação de culturas.        |
| PAR <sup>12</sup> | CN               | 08°04'46,8'' S<br>039°31'09,1'' W    | 430               | Caatinga nativa. Vegetação arbórea, arbustiva. Com retirada de madeira e com pedregosidade.        |
|                   | AGR              | 08°04'34,4'' S<br>039°31'14,6'' W    | 430               | Área descoberta e com pouco acesso a animais, principalmente caprinos e ovinos.                    |
| SER <sup>13</sup> | CN               | 07°59'09,1'' S<br>039°24'55'' W      | 445               | Caatinga nativa. Vegetação arbóreo-arbustiva. Aproximadamente 10 anos como unidade de conservação. |
|                   | AGR              | 07°59'07,8'' S<br>039°24'54,9'' W    | 438               | Área com pouco acesso a animais e pasto ralo.                                                      |

<sup>1</sup>Caatinga nativa; <sup>2</sup>Área agrícola; <sup>3</sup>Altitude (m); <sup>4</sup>Buíque 1; <sup>5</sup>Buíque 2; <sup>6</sup>Caruaru; <sup>7</sup>São Caetano; <sup>8</sup>Serra Talhada 1; <sup>9</sup>Serra Talhada 2; <sup>10</sup>Serra Talhada 3; <sup>11</sup>Serra Talhada 4; <sup>12</sup>Parnamirim; <sup>13</sup>Serrita.

As coletas de solos para avaliação de atributos biológicos foram realizadas em períodos semestrais ao longo de dois anos, conforme a distribuição da pluviosidade. As coletas foram realizadas com trado para solos com textura mais argilosa, e com auxílio de pá para os solos com textura mais arenosa. A coleta de setembro a dezembro/2014 caracterizou como primeira coleta (COL1), a de março a junho/2015 segunda coleta (COL2), a de setembro a dezembro/2015 terceira coleta (COL3) e a de março a junho/2016 a quarta coleta (COL4). As variáveis de caracterização química dos solos foram avaliadas apenas nas amostras coletadas na primeira estação de coleta (setembro a dezembro de 2014) e o fracionamento químico da matéria orgânica do solo, foi realizado anualmente, nas estações COL1 e COL3.

Após coleta, estas foram acondicionados em sacos plásticos herméticos, e transportados até a Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG/UFRPE), onde para as análises biológicas, as amostras de solos (500 g) foram refrigeradas a uma temperatura de, aproximadamente, 4°C. Para as análises químicas, as amostras foram secas ao ar e passadas em peneira com malha de 2 mm de abertura, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA).

### **3.2.2 Análises químicas e composição granulométrica dos solos**

Para caracterização química do solo foram realizadas as análises: medidas de pH em água (relação 1:2,5); acidez potencial extraída com acetato de cálcio 1 mol L<sup>-1</sup> a pH 7,0 e determinado por titulação; (Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup>) e Al<sup>3+</sup> trocáveis foram extraídos por KCl e dosados por titulometria; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> trocáveis foram extraídos com Mehlich-1 e quantificados por fotometria de emissão de chama (Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>); e fósforo disponível foi extraído por Mehlich-1 e determinado por colorimetria; conforme EMBRAPA (2009). Foram calculadas a soma de bases trocáveis e a capacidade de troca de cátions (CTC), conforme EMBRAPA (2009). Os resultados obtidos encontram-se nas Tabelas 2 e 3, para solos de áreas no Agreste e no Sertão, respectivamente.

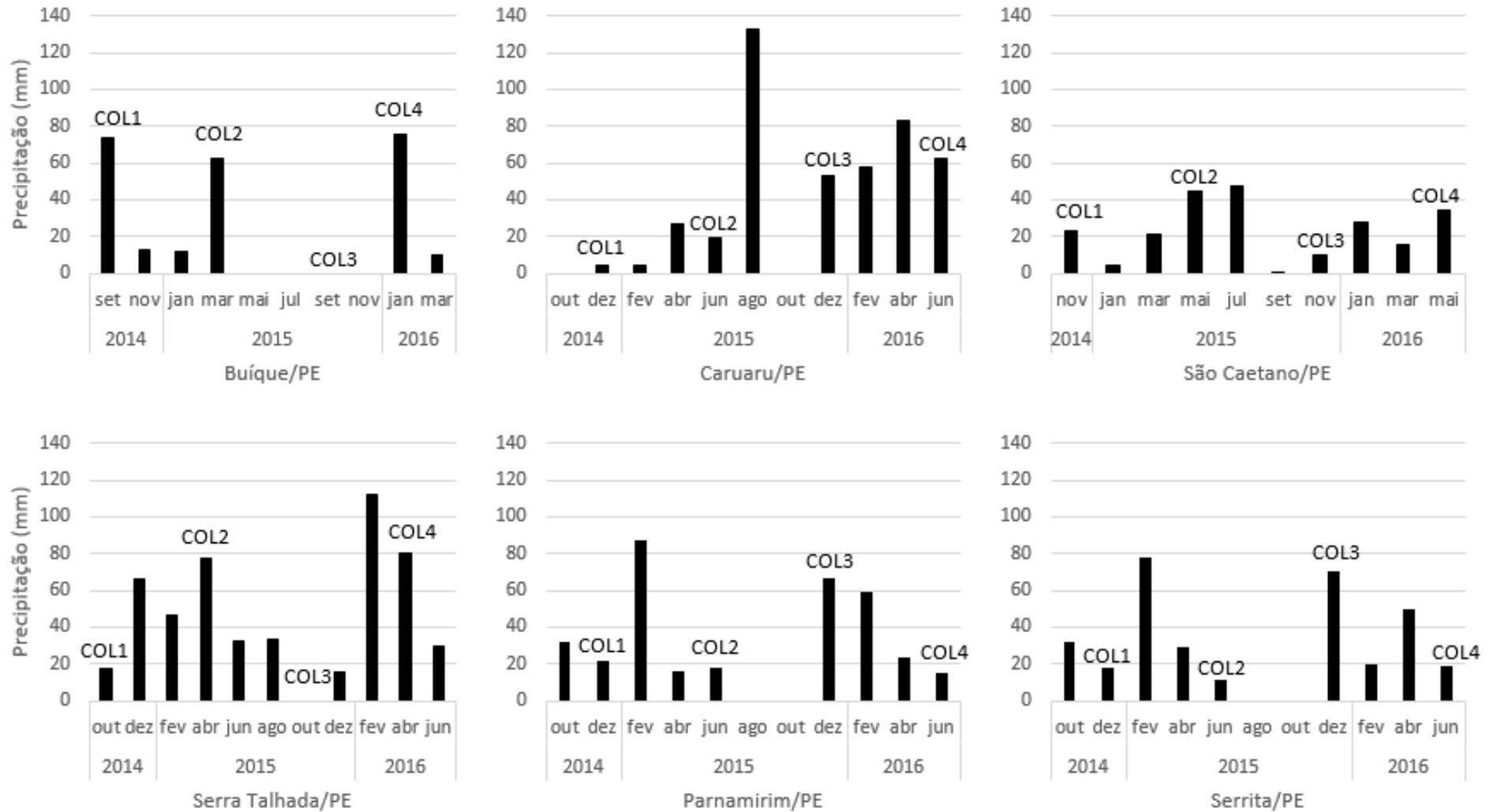


Figura 1. Média histórica de precipitação pluvial mensal nos municípios onde ocorreram as coletas de solos no Semiárido (Caruaru, São Caetano e Buíque, Serra Talhada, Serrita e Parnamirim), Pernambuco. Fonte: APAC- Agência Pernambucana de Águas e Climas, Estação Recife, PE. <http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.ph>

Tabela 2. Medidas estatísticas descritivas das variáveis químicas em solos do Semiárido de Pernambuco na camada 0-5 cm

| Cobertura do solo | Análise Descritiva | pH    | P<br>mg kg <sup>-1</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup> | H+Al  | SB    | CTC   |
|-------------------|--------------------|-------|--------------------------|-----------------|----------------|------------------------------------|------------------|-------|-------|-------|
|                   |                    |       |                          |                 |                |                                    |                  |       |       |       |
| BQ1<br>CN         | Média              | 5,46  | 2,59                     | 0,26            | 0,06           | 1,93                               | 0,03             | 0,38  | 2,26  | 2,29  |
|                   | Máximo             | 5,81  | 2,80                     | 0,29            | 0,08           | 2,20                               | 0,05             | 0,54  | 2,52  | 2,57  |
|                   | Mínimo             | 5,14  | 2,39                     | 0,24            | 0,06           | 1,50                               | 0,00             | 0,21  | 1,85  | 1,85  |
|                   | DV                 | 0,34  | 0,21                     | 0,03            | 0,01           | 0,38                               | 0,03             | 0,17  | 0,36  | 0,39  |
|                   | CV (%)             | 6,14  | 8,00                     | 11,33           | 21,65          | 19,58                              | 86,60            | 43,48 | 15,87 | 16,88 |
| BQ1<br>AGR        | Média              | 5,69  | 0,23                     | 0,08            | 5,22           | 1,83                               | 0,05             | 0,60  | 2,14  | 2,19  |
|                   | Máximo             | 5,89  | 0,24                     | 0,13            | 5,91           | 1,90                               | 0,10             | 0,87  | 2,27  | 2,32  |
|                   | Mínimo             | 5,32  | 0,19                     | 0,03            | 4,46           | 1,70                               | 0,00             | 0,38  | 1,92  | 1,92  |
|                   | DV                 | 0,32  | 0,03                     | 0,05            | 0,73           | 0,12                               | 0,05             | 0,25  | 0,19  | 0,23  |
|                   | CV (%)             | 5,60  | 13,04                    | 60,00           | 13,95          | 6,30                               | 100,00           | 42,04 | 8,79  | 10,49 |
| BQ2<br>CN         | Média              | 5,01  | 4,88                     | 0,28            | 0,03           | 1,63                               | 0,03             | 1,86  | 1,94  | 1,98  |
|                   | Máximo             | 5,25  | 5,33                     | 0,29            | 0,03           | 1,90                               | 0,10             | 2,36  | 2,23  | 2,23  |
|                   | Mínimo             | 4,73  | 4,17                     | 0,27            | 0,03           | 1,30                               | 0,00             | 1,37  | 1,60  | 1,70  |
|                   | DV                 | 0,26  | 0,62                     | 0,01            | 0,00           | 0,31                               | 0,06             | 0,49  | 0,32  | 0,26  |
|                   | CV (%)             | 5,24  | 12,77                    | 5,32            | 0,00           | 18,70                              | 173,21           | 26,55 | 16,31 | 13,35 |
| BQ2<br>AGR        | Média              | 5,27  | 0,23                     | 0,03            | 4,42           | 1,53                               | 0,00             | 0,49  | 1,80  | 1,80  |
|                   | Máximo             | 5,65  | 0,27                     | 0,06            | 4,75           | 1,60                               | 0,00             | 0,71  | 1,82  | 1,82  |
|                   | Mínimo             | 4,86  | 0,17                     | 0,01            | 4,17           | 1,50                               | 0,00             | 0,21  | 1,78  | 1,78  |
|                   | DV                 | 0,40  | 0,06                     | 0,02            | 0,30           | 0,06                               | 0,00             | 0,25  | 0,02  | 0,02  |
|                   | CV (%)             | 7,51  | 25,13                    | 75,00           | 6,69           | 3,77                               | 0,00             | 51,49 | 1,33  | 1,33  |
| CAR<br>CN         | Média              | 5,45  | 6,23                     | 0,16            | 0,25           | 4,43                               | 0,02             | 3,25  | 4,84  | 4,86  |
|                   | Máximo             | 5,63  | 8,30                     | 0,17            | 0,40           | 5,70                               | 0,05             | 4,46  | 6,27  | 6,27  |
|                   | Mínimo             | 5,30  | 5,03                     | 0,13            | 0,13           | 3,50                               | 0,00             | 1,65  | 3,76  | 3,81  |
|                   | DV                 | 0,17  | 1,80                     | 0,02            | 0,14           | 1,14                               | 0,03             | 1,44  | 1,29  | 1,27  |
|                   | CV (%)             | 3,05  | 28,85                    | 14,43           | 54,89          | 25,65                              | 173,21           | 44,42 | 26,64 | 26,12 |
| CAR<br>AGR        | Média              | 4,04  | 0,23                     | 0,34            | 19,59          | 2,63                               | 0,18             | 2,48  | 3,20  | 3,38  |
|                   | Máximo             | 4,08  | 0,30                     | 0,45            | 20,82          | 3,60                               | 0,25             | 2,97  | 4,34  | 4,44  |
|                   | Mínimo             | 4,00  | 0,17                     | 0,20            | 18,39          | 1,90                               | 0,10             | 2,15  | 2,49  | 2,69  |
|                   | DV                 | 0,04  | 0,06                     | 0,13            | 1,21           | 0,87                               | 0,08             | 0,44  | 1,00  | 0,93  |
|                   | CV (%)             | 1,00  | 26,96                    | 37,16           | 6,19           | 33,18                              | 41,66            | 17,64 | 31,18 | 27,50 |
| SC<br>CN          | Média              | 7,38  | 16,53                    | 0,16            | 0,29           | 4,00                               | 0,00             | 1,65  | 4,45  | 4,45  |
|                   | Máximo             | 8,28  | 19,57                    | 0,21            | 0,32           | 4,70                               | 0,00             | 2,81  | 5,19  | 5,19  |
|                   | Mínimo             | 6,55  | 13,50                    | 0,13            | 0,27           | 3,30                               | 0,00             | 0,83  | 3,71  | 3,71  |
|                   | DV                 | 0,87  | 3,03                     | 0,04            | 0,03           | 0,70                               | 0,00             | 0,99  | 0,74  | 0,74  |
|                   | CV (%)             | 11,73 | 18,35                    | 25,46           | 8,62           | 17,50                              | 0,00             | 60,28 | 16,63 | 16,63 |
| SC<br>AGR         | Média              | 2,00  | 1,00                     | 2,00            | 1,00           | 7,19                               | 0,27             | 0,63  | 17,61 | 4,10  |
|                   | Máximo             | 2,00  | 1,00                     | 3,00            | 1,00           | 7,47                               | 0,36             | 0,81  | 20,33 | 4,30  |
|                   | Mínimo             | 2,00  | 1,00                     | 1,00            | 1,00           | 6,79                               | 0,18             | 0,40  | 15,78 | 4,00  |
|                   | DV                 | 0,00  | 0,00                     | 1,00            | 0,00           | 0,34                               | 0,09             | 0,20  | 2,29  | 0,15  |
|                   | CV (%)             | 0,00  | 0,00                     | 50,00           | 0,00           | 4,75                               | 32,48            | 32,58 | 13,00 | 3,73  |
| PAR<br>CN         | Média              | 7,34  | 0,27                     | 0,32            | 4,04           | 7,67                               | 0,02             | 1,93  | 8,25  | 8,27  |
|                   | Máximo             | 7,58  | 0,31                     | 0,35            | 5,33           | 8,50                               | 0,05             | 2,15  | 9,02  | 9,07  |
|                   | Mínimo             | 7,04  | 0,23                     | 0,25            | 2,62           | 6,80                               | 0,00             | 1,82  | 7,38  | 7,38  |
|                   | DV                 | 0,27  | 0,04                     | 0,06            | 1,36           | 0,85                               | 0,03             | 0,19  | 0,82  | 0,85  |
|                   | CV (%)             | 3,73  | 15,44                    | 18,51           | 33,71          | 11,09                              | 173,21           | 9,90  | 10,00 | 10,26 |

DP: Desvio Padrão; CV: Coeficiente de Variação; CN: Caatinga Nativa; AGR: Agropecuário; BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano

Tabela 3. Medidas estatísticas descritivas das variáveis químicas de solos em áreas do Semiárido de Pernambuco na camada 0-5 cm

| Cobertura do solo | Análise Descritiva | pH    | P<br>mg kg <sup>-1</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup>                   | (Continua) |       |       |
|-------------------|--------------------|-------|--------------------------|-----------------|----------------|------------------------------------|------------------------------------|------------|-------|-------|
|                   |                    |       |                          |                 |                |                                    |                                    | H+Al       | SB    | CTC   |
|                   |                    |       |                          |                 |                |                                    | cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> |            |       |       |
| PAR<br>CN         | Média              | 7,34  | 0,27                     | 0,32            | 4,04           | 7,67                               | 0,02                               | 1,93       | 8,25  | 8,27  |
|                   | Máximo             | 7,58  | 0,31                     | 0,35            | 5,33           | 8,50                               | 0,05                               | 2,15       | 9,02  | 9,07  |
|                   | Mínimo             | 7,04  | 0,23                     | 0,25            | 2,62           | 6,80                               | 0,00                               | 1,82       | 7,38  | 7,38  |
|                   | DV                 | 0,27  | 0,04                     | 0,06            | 1,36           | 0,85                               | 0,03                               | 0,19       | 0,82  | 0,85  |
|                   | CV (%)             | 3,73  | 15,44                    | 18,51           | 33,71          | 11,09                              | 173,21                             | 9,90       | 10,00 | 10,26 |
| PAR<br>AGR        | Média              | 5,52  | 0,26                     | 0,35            | 27,28          | 5,00                               | 0,00                               | 1,98       | 5,60  | 5,60  |
|                   | Máximo             | 5,72  | 0,28                     | 0,40            | 30,51          | 5,30                               | 0,00                               | 2,81       | 5,97  | 5,97  |
|                   | Mínimo             | 5,24  | 0,23                     | 0,30            | 21,79          | 4,40                               | 0,00                               | 1,49       | 4,98  | 4,98  |
|                   | DV                 | 0,25  | 0,03                     | 0,05            | 4,78           | 0,52                               | 0,00                               | 0,72       | 0,54  | 0,54  |
|                   | CV (%)             | 4,53  | 10,84                    | 15,22           | 17,51          | 10,39                              | 0,00                               | 36,32      | 9,64  | 9,64  |
| SER<br>CN         | Média              | 6,91  | 0,13                     | 0,25            | 1,05           | 3,57                               | 0,03                               | 1,82       | 3,95  | 3,98  |
|                   | Máximo             | 6,95  | 0,13                     | 0,40            | 1,74           | 4,50                               | 0,05                               | 1,98       | 5,03  | 5,03  |
|                   | Mínimo             | 6,86  | 0,13                     | 0,13            | 0,61           | 3,00                               | 0,00                               | 1,65       | 3,36  | 3,41  |
|                   | DV                 | 0,05  | 0,00                     | 0,14            | 0,61           | 0,81                               | 0,03                               | 0,17       | 0,94  | 0,91  |
|                   | CV (%)             | 0,65  | 0,00                     | 54,89           | 58,09          | 22,84                              | 86,60                              | 9,09       | 23,73 | 22,81 |
| SER<br>AGR        | Média              | 7,26  | 0,31                     | 0,45            | 8,32           | 4,03                               | 0,00                               | 0,44       | 4,80  | 4,80  |
|                   | Máximo             | 8,21  | 0,66                     | 0,52            | 11,04          | 5,10                               | 0,00                               | 0,50       | 6,28  | 6,28  |
|                   | Mínimo             | 6,77  | 0,13                     | 0,37            | 5,54           | 3,50                               | 0,00                               | 0,33       | 4,01  | 4,01  |
|                   | DV                 | 0,82  | 0,30                     | 0,08            | 2,75           | 0,92                               | 0,00                               | 0,10       | 1,28  | 1,28  |
|                   | CV (%)             | 11,33 | 97,90                    | 16,54           | 33,06          | 22,90                              | 0,00                               | 21,65      | 26,76 | 26,76 |
| ST1<br>CN         | Média              | 7,12  | 0,16                     | 0,09            | 2,04           | 2,07                               | 0,00                               | 0,66       | 2,32  | 2,32  |
|                   | Máximo             | 7,67  | 0,17                     | 0,13            | 2,54           | 2,10                               | 0,00                               | 0,83       | 2,36  | 2,36  |
|                   | Mínimo             | 6,50  | 0,13                     | 0,08            | 1,53           | 2,00                               | 0,00                               | 0,50       | 2,25  | 2,25  |
|                   | DV                 | 0,59  | 0,02                     | 0,03            | 0,50           | 0,06                               | 0,00                               | 0,17       | 0,06  | 0,06  |
|                   | CV (%)             | 8,27  | 14,43                    | 30,31           | 24,76          | 2,79                               | 0,00                               | 25,00      | 2,61  | 2,61  |
| ST1<br>AGR        | Média              | 6,43  | 0,19                     | 0,29            | 5,13           | 4,60                               | 0,00                               | 1,43       | 5,08  | 5,08  |
|                   | Máximo             | 6,63  | 0,21                     | 0,37            | 6,00           | 4,80                               | 0,00                               | 1,82       | 5,20  | 5,20  |
|                   | Mínimo             | 6,18  | 0,17                     | 0,18            | 4,25           | 4,30                               | 0,00                               | 1,16       | 4,85  | 4,85  |
|                   | DV                 | 0,23  | 0,02                     | 0,10            | 0,87           | 0,26                               | 0,00                               | 0,34       | 0,20  | 0,20  |
|                   | CV (%)             | 3,55  | 12,37                    | 35,25           | 17,03          | 5,75                               | 0,00                               | 24,02      | 3,95  | 3,95  |
| ST2<br>CN         | Média              | 7,35  | 0,23                     | 0,58            | 10,10          | 14,27                              | 0,00                               | 0,99       | 15,08 | 15,08 |
|                   | Máximo             | 7,44  | 0,27                     | 0,61            | 11,82          | 15,70                              | 0,00                               | 1,32       | 16,48 | 16,48 |
|                   | Mínimo             | 7,25  | 0,18                     | 0,56            | 8,36           | 12,30                              | 0,00                               | 0,83       | 13,18 | 13,18 |
|                   | DV                 | 0,10  | 0,04                     | 0,03            | 1,73           | 1,76                               | 0,00                               | 0,29       | 1,71  | 1,71  |
|                   | CV (%)             | 1,30  | 18,26                    | 4,38            | 17,11          | 12,35                              | 0,00                               | 28,87      | 11,33 | 11,33 |
| ST2<br>AGR        | Média              | 7,32  | 0,20                     | 0,28            | 27,57          | 5,77                               | 0,02                               | 1,43       | 6,24  | 6,26  |
|                   | Máximo             | 7,45  | 0,23                     | 0,30            | 30,76          | 6,00                               | 0,05                               | 1,65       | 6,49  | 6,49  |
|                   | Mínimo             | 7,12  | 0,18                     | 0,23            | 24,20          | 5,50                               | 0,00                               | 1,32       | 6,03  | 6,03  |
|                   | DV                 | 0,17  | 0,02                     | 0,04            | 3,28           | 0,25                               | 0,03                               | 0,19       | 0,23  | 0,23  |
|                   | CV (%)             | 2,38  | 12,00                    | 16,02           | 11,91          | 4,36                               | 173,21                             | 13,32      | 3,70  | 3,66  |
| ST3<br>CN         | Média              | 6,70  | 0,19                     | 0,22            | 2,82           | 4,70                               | 0,02                               | 1,32       | 5,11  | 5,13  |
|                   | Máximo             | 6,75  | 0,24                     | 0,26            | 3,53           | 5,20                               | 0,05                               | 1,49       | 5,63  | 5,68  |
|                   | Mínimo             | 6,62  | 0,17                     | 0,17            | 2,30           | 4,30                               | 0,00                               | 1,16       | 4,68  | 4,68  |
|                   | DV                 | 0,07  | 0,04                     | 0,05            | 0,64           | 0,46                               | 0,03                               | 0,17       | 0,48  | 0,51  |
|                   | CV (%)             | 1,02  | 23,02                    | 20,66           | 22,80          | 9,75                               | 173,21                             | 12,50      | 9,38  | 9,88  |
| ST3<br>AGR        | Média              | 6,12  | 0,21                     | 0,29            | 3,14           | 3,83                               | 0,00                               | 2,81       | 4,34  | 4,34  |
|                   | Máximo             | 6,14  | 0,27                     | 0,33            | 3,99           | 4,50                               | 0,00                               | 2,97       | 5,09  | 5,09  |
|                   | Mínimo             | 6,11  | 0,18                     | 0,23            | 2,16           | 3,20                               | 0,00                               | 2,64       | 3,61  | 3,61  |
|                   | DV                 | 0,02  | 0,05                     | 0,06            | 0,92           | 0,65                               | 0,00                               | 0,17       | 0,74  | 0,74  |
|                   | CV (%)             | 0,25  | 22,45                    | 20,12           | 29,27          | 16,97                              | 0,00                               | 5,88       | 17,12 | 17,12 |

Tabela 3. Medidas estatísticas descritivas das variáveis químicas em solos do Semiárido de Pernambuco na camada 0-5 cm

|            |        | (Conclusão) |       |      |        |       |       |       |      |       |
|------------|--------|-------------|-------|------|--------|-------|-------|-------|------|-------|
| ST4<br>CN  | Média  | 7,21        | 0,25  | 0,76 | 137,89 | 7,27  | 0,02  | 1,21  | 8,28 | 8,29  |
|            | Máximo | 7,48        | 0,32  | 0,80 | 164,66 | 8,60  | 0,05  | 1,32  | 9,47 | 9,47  |
|            | Mínimo | 7,05        | 0,17  | 0,70 | 111,12 | 6,20  | 0,00  | 1,16  | 7,27 | 7,27  |
|            | DP     | 0,24        | 0,08  | 0,05 | 26,77  | 1,22  | 0,03  | 0,10  | 1,11 | 1,11  |
|            | CV (%) | 3,26        | 30,99 | 6,57 | 19,41  | 16,82 | 173,2 | 1     | 7,87 | 13,44 |
| ST4<br>AGR | Média  | 7,48        | 0,22  | 0,76 | 84,56  | 4,40  | 0,00  | 0,61  | 5,38 | 5,38  |
|            | Máximo | 7,66        | 0,24  | 0,82 | 92,24  | 4,70  | 0,00  | 0,66  | 5,65 | 5,65  |
|            | Mínimo | 7,37        | 0,17  | 0,70 | 76,88  | 4,00  | 0,00  | 0,50  | 4,99 | 4,99  |
|            | DP     | 0,16        | 0,04  | 0,06 | 7,68   | 0,36  | 0,00  | 0,10  | 0,34 | 0,34  |
|            | CV (%) | 2,13        | 20,32 | 7,95 | 9,08   | 8,19  | 0,00  | 15,75 | 6,33 | 6,33  |

DV: Desvio Padrão; CV: Coeficiente de variação; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Tabela 4. Medidas estatísticas descritivas das variáveis químicas em solos do Semiárido de Pernambuco na camada 5-10 cm

|              |                    | (Continua) |                          |                 |                |                                                                          |                  |       |       |       |
|--------------|--------------------|------------|--------------------------|-----------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|-------|-------|
| Cob. do solo | Análise Descritiva | pH         | P<br>mg kg <sup>-1</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup><br>cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> | Al <sup>3+</sup> | H+Al  | SB    | CTC   |
| BQ1<br>CN    | Média              | 5,03       | 4,39                     | 0,26            | 0,06           | 1,23                                                                     | 0,08             | 1,09  | 1,56  | 1,64  |
|              | Máximo             | 5,19       | 5,29                     | 0,29            | 0,08           | 1,40                                                                     | 0,10             | 2,03  | 1,70  | 1,80  |
|              | Mínimo             | 4,95       | 3,42                     | 0,24            | 0,06           | 1,10                                                                     | 0,05             | 0,21  | 1,47  | 1,55  |
|              | DV                 | 0,12       | 0,93                     | 0,03            | 0,01           | 0,15                                                                     | 0,03             | 0,91  | 0,11  | 0,13  |
|              | CV (%)             | 2,42       | 21,26                    | 9,99            | 19,09          | 12,19                                                                    | 30,55            | 82,93 | 7,31  | 7,71  |
| BQ1<br>AGR   | Média              | 5,63       | 0,27                     | 0,10            | 5,64           | 1,40                                                                     | 0,03             | 0,21  | 1,77  | 1,81  |
|              | Máximo             | 5,80       | 0,29                     | 0,10            | 5,91           | 1,80                                                                     | 0,05             | 0,21  | 2,12  | 2,12  |
|              | Mínimo             | 5,35       | 0,22                     | 0,10            | 5,50           | 1,10                                                                     | 0,00             | 0,21  | 1,50  | 1,55  |
|              | DV                 | 0,23       | 0,04                     | 0,00            | 0,21           | 0,35                                                                     | 0,03             | 0,00  | 0,31  | 0,29  |
|              | CV (%)             | 4,04       | 14,51                    | 0,00            | 3,75           | 25,08                                                                    | 76,38            | 0,00  | 17,64 | 15,91 |
| BQ2<br>CN    | Média              | 4,96       | 5,00                     | 0,21            | 0,02           | 1,20                                                                     | 0,05             | 0,98  | 1,42  | 1,47  |
|              | Máximo             | 5,05       | 5,52                     | 0,22            | 0,03           | 1,40                                                                     | 0,10             | 1,20  | 1,60  | 1,65  |
|              | Mínimo             | 4,90       | 4,75                     | 0,19            | 0,01           | 1,00                                                                     | 0,00             | 0,71  | 1,25  | 1,35  |
|              | DV                 | 0,08       | 0,39                     | 0,01            | 0,01           | 0,20                                                                     | 0,05             | 0,25  | 0,18  | 0,15  |
|              | CV (%)             | 1,53       | 7,88                     | 6,22            | 76,38          | 16,67                                                                    | 100,00           | 25,19 | 12,30 | 10,24 |
| BQ2<br>AGR   | Média              | 5,46       | 0,22                     | 0,02            | 3,97           | 1,23                                                                     | 0,03             | 0,60  | 1,47  | 1,51  |
|              | Máximo             | 5,58       | 0,32                     | 0,03            | 4,36           | 1,40                                                                     | 0,05             | 0,71  | 1,75  | 1,80  |
|              | Mínimo             | 5,23       | 0,14                     | 0,01            | 3,58           | 1,10                                                                     | 0,00             | 0,54  | 1,32  | 1,32  |
|              | DV                 | 0,18       | 0,09                     | 0,01            | 0,39           | 0,15                                                                     | 0,03             | 0,08  | 0,22  | 0,24  |
|              | CV (%)             | 3,26       | 41,20                    | 50,92           | 9,76           | 12,19                                                                    | 76,38            | 14,01 | 14,70 | 15,97 |
| CAR<br>CN    | Média              | 5,29       | 2,45                     | 0,17            | 0,16           | 2,60                                                                     | 0,05             | 3,25  | 2,93  | 2,98  |
|              | Máximo             | 5,77       | 3,08                     | 0,17            | 0,20           | 3,40                                                                     | 0,15             | 3,63  | 3,77  | 3,77  |
|              | Mínimo             | 4,99       | 1,84                     | 0,17            | 0,13           | 1,90                                                                     | 0,00             | 2,97  | 2,20  | 2,20  |
|              | DV                 | 0,39       | 0,62                     | 0,00            | 0,04           | 0,75                                                                     | 0,08             | 0,33  | 0,79  | 0,79  |
|              | CV (%)             | 7,45       | 25,31                    | 0,00            | 23,21          | 28,87                                                                    | 152,75           | 10,22 | 26,84 | 26,37 |
| CAR<br>AGR   | Média              | 4,15       | 0,20                     | 0,24            | 17,00          | 2,17                                                                     | 0,23             | 1,71  | 2,61  | 2,84  |
|              | Máximo             | 4,23       | 0,21                     | 0,30            | 19,07          | 2,30                                                                     | 0,25             | 1,82  | 2,71  | 2,92  |
|              | Mínimo             | 4,06       | 0,17                     | 0,20            | 15,48          | 2,00                                                                     | 0,20             | 1,49  | 2,44  | 2,69  |
|              | DV                 | 0,09       | 0,02                     | 0,05            | 1,80           | 0,15                                                                     | 0,03             | 0,17  | 0,14  | 0,12  |
|              | CV (%)             | 2,05       | 10,18                    | 20,48           | 10,60          | 6,94                                                                     | 10,91            | 9,86  | 5,32  | 4,17  |
| SC<br>CN     | Média              | 6,54       | 3,93                     | 0,19            | 0,23           | 3,40                                                                     | 0,00             | 1,60  | 3,82  | 3,82  |
|              | Máximo             | 6,78       | 4,58                     | 0,21            | 0,27           | 4,20                                                                     | 0,00             | 1,98  | 4,69  | 4,69  |
|              | Mínimo             | 6,42       | 3,53                     | 0,17            | 0,20           | 2,90                                                                     | 0,00             | 1,16  | 3,30  | 3,30  |
|              | DV                 | 0,18       | 0,53                     | 0,02            | 0,04           | 0,66                                                                     | 0,00             | 0,41  | 0,70  | 0,70  |
|              | CV (%)             | 2,80       | 13,43                    | 10,91           | 15,86          | 19,29                                                                    | 0,00             | 25,88 | 18,37 | 18,37 |

Tabela 4. Medidas estatísticas descritivas das variáveis químicas em solos do Semiárido de Pernambuco na camada 5-10 cm

| (Conclusão) |        |      |       |       |       |      |      |      |      |      |
|-------------|--------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
|             | Média  | 7,00 | 0,45  | 0,65  | 8,44  | 3,30 | 0,00 | 1,05 | 4,40 | 4,40 |
| SC          | Máximo | 7,18 | 0,52  | 0,74  | 10,09 | 3,60 | 0,00 | 1,16 | 4,85 | 4,85 |
|             | Mínimo | 6,73 | 0,40  | 0,52  | 6,67  | 3,10 | 0,00 | 0,99 | 4,02 | 4,02 |
| AGR         | DV     | 0,23 | 0,06  | 0,11  | 1,71  | 0,25 | 0,00 | 0,08 | 0,42 | 0,42 |
|             | CV (%) | 3,23 | 12,55 | 16,69 | 20,21 | 7,63 | 0,00 | 8,04 | 9,43 | 9,43 |

DP: Desvio Padrão; CV: Coeficiente de Variação; CN: Caatinga Nativa; AGR: Agropecuário; BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4.

Tabela 5. Medidas estatísticas descritivas das variáveis químicas de solos em áreas do Semiárido de Pernambuco na camada 5-10 cm

| (Continua)        |                    |       |                          |                 |                |                                                              |                  |       |       |       |
|-------------------|--------------------|-------|--------------------------|-----------------|----------------|--------------------------------------------------------------|------------------|-------|-------|-------|
| Cobertura do solo | Análise Descritiva | pH    | P<br>mg kg <sup>-1</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup><br>cmolc dm <sup>-3</sup> | Al <sup>3+</sup> | H+Al  | SB    | CTC   |
| PAR<br>CN         | Média              | 7,10  | 0,28                     | 0,46            | 5,91           | 6,83                                                         | 0,00             | 0,66  | 7,58  | 7,58  |
|                   | Máximo             | 7,63  | 0,35                     | 0,53            | 6,10           | 7,00                                                         | 0,00             | 0,83  | 7,80  | 7,80  |
|                   | Mínimo             | 6,75  | 0,23                     | 0,38            | 5,71           | 6,70                                                         | 0,00             | 0,50  | 7,30  | 7,30  |
|                   | DV                 | 0,47  | 0,06                     | 0,08            | 0,19           | 0,15                                                         | 0,00             | 0,17  | 0,25  | 0,25  |
|                   | CV (%)             | 6,61  | 22,43                    | 16,84           | 3,28           | 2,24                                                         | 0,00             | 25,00 | 3,32  | 3,32  |
| PAR<br>AGR        | Média              | 5,33  | 0,24                     | 0,20            | 7,46           | 5,17                                                         | 0,02             | 1,76  | 5,60  | 5,62  |
|                   | Máximo             | 5,69  | 0,31                     | 0,23            | 8,23           | 6,50                                                         | 0,05             | 2,48  | 7,03  | 7,03  |
|                   | Mínimo             | 5,11  | 0,17                     | 0,15            | 6,10           | 4,10                                                         | 0,00             | 1,16  | 4,55  | 4,55  |
|                   | DV                 | 0,32  | 0,07                     | 0,04            | 1,18           | 1,22                                                         | 0,03             | 0,67  | 1,28  | 1,28  |
|                   | CV (%)             | 5,94  | 28,64                    | 21,58           | 15,80          | 23,65                                                        | 173,21           | 37,89 | 22,91 | 22,72 |
| SER<br>CN         | Média              | 6,42  | 0,25                     | 0,16            | 1,11           | 2,63                                                         | 0,05             | 1,98  | 3,05  | 3,10  |
|                   | Máximo             | 6,67  | 0,46                     | 0,20            | 1,93           | 3,30                                                         | 0,10             | 2,97  | 3,56  | 3,56  |
|                   | Mínimo             | 6,13  | 0,13                     | 0,13            | 0,04           | 2,10                                                         | 0,00             | 1,16  | 2,43  | 2,53  |
|                   | DV                 | 0,27  | 0,18                     | 0,04            | 0,97           | 0,61                                                         | 0,05             | 0,92  | 0,58  | 0,53  |
|                   | CV (%)             | 4,24  | 68,83                    | 23,59           | 87,47          | 23,20                                                        | 100,00           | 46,40 | 18,88 | 16,98 |
| SER<br>AGR        | Média              | 6,75  | 0,23                     | 0,34            | 0,16           | 4,00                                                         | 0,00             | 1,16  | 4,57  | 4,57  |
|                   | Máximo             | 7,73  | 0,34                     | 0,37            | 0,42           | 4,50                                                         | 0,00             | 1,32  | 5,05  | 5,05  |
|                   | Mínimo             | 5,70  | 0,17                     | 0,27            | 0,04           | 3,30                                                         | 0,00             | 0,83  | 4,01  | 4,01  |
|                   | DV                 | 1,02  | 0,09                     | 0,06            | 0,22           | 0,62                                                         | 0,00             | 0,29  | 0,52  | 0,52  |
|                   | CV (%)             | 15,06 | 40,75                    | 16,72           | 133,23         | 15,61                                                        | 0,00             | 24,74 | 11,48 | 11,48 |
| ST1<br>CN         | Média              | 7,42  | 0,17                     | 0,09            | 1,57           | 1,97                                                         | 0,00             | 0,61  | 2,23  | 2,23  |
|                   | Máximo             | 7,88  | 0,25                     | 0,13            | 1,92           | 2,30                                                         | 0,00             | 1,16  | 2,68  | 2,68  |
|                   | Mínimo             | 6,74  | 0,13                     | 0,05            | 1,38           | 1,40                                                         | 0,00             | 0,16  | 1,61  | 1,61  |
|                   | DV                 | 0,60  | 0,07                     | 0,04            | 0,30           | 0,49                                                         | 0,00             | 0,50  | 0,55  | 0,55  |
|                   | CV (%)             | 8,08  | 39,97                    | 43,94           | 19,28          | 25,08                                                        | 0,00             | 83,32 | 24,82 | 24,82 |
| ST1<br>AGR        | Média              | 6,50  | 0,16                     | 0,15            | 0,98           | 2,23                                                         | 0,00             | 0,72  | 2,55  | 2,55  |
|                   | Máximo             | 7,08  | 0,17                     | 0,18            | 1,15           | 2,50                                                         | 0,00             | 0,99  | 2,83  | 2,83  |
|                   | Mínimo             | 6,14  | 0,13                     | 0,13            | 0,80           | 2,00                                                         | 0,00             | 0,50  | 2,31  | 2,31  |
|                   | DV                 | 0,51  | 0,02                     | 0,02            | 0,18           | 0,25                                                         | 0,00             | 0,25  | 0,26  | 0,26  |
|                   | CV (%)             | 7,80  | 14,43                    | 16,28           | 17,92          | 11,27                                                        | 0,00             | 35,25 | 10,24 | 10,24 |
| ST2<br>CN         | Média              | 7,04  | 0,28                     | 0,33            | 1,58           | 8,40                                                         | 0,00             | 1,43  | 9,01  | 9,01  |
|                   | Máximo             | 7,37  | 0,32                     | 0,33            | 1,97           | 11,00                                                        | 0,00             | 1,65  | 11,59 | 11,59 |
|                   | Mínimo             | 6,81  | 0,27                     | 0,33            | 1,19           | 6,20                                                         | 0,00             | 1,16  | 6,85  | 6,85  |
|                   | DV                 | 0,29  | 0,03                     | 0,00            | 0,39           | 2,42                                                         | 0,00             | 0,25  | 2,40  | 2,40  |
|                   | CV (%)             | 4,19  | 10,68                    | 0,06            | 24,79          | 28,87                                                        | 0,00             | 17,63 | 26,64 | 26,64 |
| ST2<br>AGR        | Média              | 6,08  | 0,27                     | 0,29            | 29,26          | 5,53                                                         | 0,02             | 1,49  | 6,09  | 6,11  |
|                   | Máximo             | 6,51  | 0,31                     | 0,40            | 31,32          | 6,20                                                         | 0,05             | 1,49  | 6,73  | 6,73  |
|                   | Mínimo             | 5,56  | 0,23                     | 0,23            | 27,39          | 4,40                                                         | 0,00             | 1,49  | 4,88  | 4,93  |
|                   | DV                 | 0,48  | 0,04                     | 0,10            | 1,97           | 0,99                                                         | 0,03             | 0,00  | 1,05  | 1,03  |
|                   | CV (%)             | 7,91  | 15,44                    | 32,99           | 6,75           | 17,83                                                        | 173,21           | 0,00  | 17,31 | 16,79 |
| ST3<br>CN         | Média              | 6,28  | 0,16                     | 0,12            | 0,38           | 3,13                                                         | 0,00             | 0,99  | 3,41  | 3,41  |
|                   | Máximo             | 6,79  | 0,17                     | 0,13            | 0,47           | 3,30                                                         | 0,00             | 1,16  | 3,59  | 3,59  |
|                   | Mínimo             | 5,93  | 0,14                     | 0,11            | 0,27           | 3,00                                                         | 0,00             | 0,83  | 3,27  | 3,27  |
|                   | DV                 | 0,45  | 0,01                     | 0,01            | 0,10           | 0,15                                                         | 0,00             | 0,17  | 0,17  | 0,17  |
|                   | CV (%)             | 7,16  | 9,33                     | 7,05            | 26,04          | 4,88                                                         | 0,00             | 16,67 | 4,85  | 4,85  |

Tabela 5. Medidas estatísticas descritivas das variáveis químicas de solos em áreas do Semiárido de Pernambuco na camada 5-10 cm

|            |        | (Conclusão) |       |       |        |       |        |       |       |       |
|------------|--------|-------------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| ST3<br>AGR | Média  | 5,86        | 0,25  | 0,23  | 0,84   | 2,80  | 0,02   | 2,04  | 3,29  | 3,30  |
|            | Máximo | 5,90        | 0,31  | 0,25  | 0,93   | 3,20  | 0,05   | 2,31  | 3,73  | 3,78  |
|            | Mínimo | 5,82        | 0,18  | 0,23  | 0,80   | 2,60  | 0,00   | 1,82  | 3,01  | 3,01  |
|            | DV     | 0,04        | 0,06  | 0,01  | 0,08   | 0,35  | 0,03   | 0,25  | 0,39  | 0,42  |
|            | CV (%) | 0,69        | 24,87 | 6,31  | 8,97   | 12,37 | 173,21 | 12,39 | 11,88 | 12,68 |
| ST4<br>CN  | Média  | 7,17        | 0,24  | 0,49  | 138,31 | 6,73  | 0,00   | 1,43  | 7,46  | 7,46  |
|            | Máximo | 7,45        | 0,27  | 0,56  | 147,23 | 7,00  | 0,00   | 1,65  | 7,71  | 7,71  |
|            | Mínimo | 6,85        | 0,22  | 0,44  | 129,38 | 6,60  | 0,00   | 1,32  | 7,26  | 7,26  |
|            | DP     | 0,30        | 0,03  | 0,06  | 8,92   | 0,23  | 0,00   | 0,19  | 0,23  | 0,23  |
|            | CV (%) | 4,21        | 10,50 | 13,01 | 6,45   | 3,43  | 0,00   | 13,32 | 3,04  | 3,04  |
| ST4<br>AGR | Média  | 7,22        | 0,24  | 0,62  | 57,93  | 4,90  | 0,02   | 1,49  | 5,76  | 5,77  |
|            | Máximo | 7,39        | 0,27  | 0,68  | 65,05  | 5,40  | 0,05   | 1,98  | 6,18  | 6,18  |
|            | Mínimo | 7,03        | 0,22  | 0,54  | 50,74  | 4,40  | 0,00   | 1,16  | 5,25  | 5,30  |
|            | DP     | 0,18        | 0,03  | 0,07  | 7,16   | 0,50  | 0,03   | 0,44  | 0,47  | 0,44  |
|            | CV (%) | 2,50        | 10,50 | 11,90 | 12,36  | 10,20 | 173,21 | 29,40 | 8,18  | 7,69  |

DV: Desvio Padrão; CV: Coeficiente de variação; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4.

Tabela 6. Medidas estatísticas descritivas das variáveis químicas de solos em áreas do Semiárido de Pernambuco na camada 10-20 cm

|              |                    | (Continua) |                          |                 |                |                                                              |                  |       |       |       |
|--------------|--------------------|------------|--------------------------|-----------------|----------------|--------------------------------------------------------------|------------------|-------|-------|-------|
| Cob. do solo | Análise Descritiva | pH         | P<br>mg kg <sup>-1</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup><br>cmolc dm <sup>-3</sup> | Al <sup>3+</sup> | H+Al  | SB    | CTC   |
|              |                    |            |                          |                 |                |                                                              |                  |       |       |       |
|              | Máximo             | 5,03       | 6,95                     | 0,17            | 0,06           | 1,20                                                         | 0,05             | 2,03  | 1,42  | 1,47  |
|              | Mínimo             | 4,97       | 5,91                     | 0,14            | 0,03           | 1,00                                                         | 0,00             | 0,87  | 1,17  | 1,17  |
|              | DV                 | 0,03       | 0,52                     | 0,01            | 0,01           | 0,12                                                         | 0,03             | 0,59  | 0,14  | 0,16  |
|              | CV (%)             | 0,60       | 8,16                     | 9,33            | 34,64          | 10,19                                                        | 173,21           | 43,44 | 10,34 | 11,57 |
| BQ1<br>AGR   | Média              | 5,22       | 0,37                     | 0,08            | 7,23           | 1,37                                                         | 0,00             | 0,98  | 1,82  | 1,82  |
|              | Máximo             | 5,37       | 0,45                     | 0,10            | 7,37           | 1,40                                                         | 0,00             | 1,37  | 1,95  | 1,95  |
|              | Mínimo             | 5,05       | 0,32                     | 0,03            | 6,95           | 1,30                                                         | 0,00             | 0,54  | 1,65  | 1,65  |
|              | DV                 | 0,16       | 0,07                     | 0,04            | 0,24           | 0,06                                                         | 0,00             | 0,42  | 0,15  | 0,15  |
|              | CV (%)             | 3,08       | 18,22                    | 51,96           | 3,31           | 4,22                                                         | 0,00             | 42,18 | 8,38  | 8,38  |
| BQ2<br>CN    | Média              | 5,18       | 4,29                     | 0,22            | 0,02           | 1,30                                                         | 0,02             | 0,65  | 1,53  | 1,55  |
|              | Máximo             | 5,29       | 4,55                     | 0,22            | 0,03           | 1,50                                                         | 0,05             | 0,71  | 1,73  | 1,73  |
|              | Mínimo             | 4,98       | 3,78                     | 0,22            | 0,01           | 1,00                                                         | 0,00             | 0,54  | 1,23  | 1,28  |
|              | DV                 | 0,17       | 0,45                     | 0,00            | 0,01           | 0,26                                                         | 0,03             | 0,10  | 0,27  | 0,24  |
|              | CV (%)             | 3,30       | 10,42                    | 0,00            | 86,61          | 20,35                                                        | 173,21           | 14,56 | 17,57 | 15,54 |
| BQ2<br>AGR   | Média              | 5,06       | 0,18                     | 0,02            | 4,42           | 1,37                                                         | 0,05             | 0,54  | 1,57  | 1,62  |
|              | Máximo             | 5,24       | 0,27                     | 0,03            | 4,75           | 1,80                                                         | 0,05             | 1,04  | 1,97  | 2,02  |
|              | Mínimo             | 4,80       | 0,14                     | 0,01            | 3,78           | 1,00                                                         | 0,05             | 0,21  | 1,28  | 1,33  |
|              | DV                 | 0,23       | 0,07                     | 0,01            | 0,56           | 0,40                                                         | 0,00             | 0,44  | 0,36  | 0,36  |
|              | CV (%)             | 4,53       | 40,15                    | 57,74           | 12,64          | 29,57                                                        | 0,00             | 80,17 | 22,82 | 22,12 |
| CAR<br>CN    | Média              | 5,10       | 4,80                     | 0,16            | 0,13           | 2,80                                                         | 0,03             | 2,48  | 3,10  | 3,13  |
|              | Máximo             | 5,15       | 5,10                     | 0,17            | 0,18           | 3,80                                                         | 0,05             | 2,64  | 4,06  | 4,06  |
|              | Mínimo             | 5,05       | 4,51                     | 0,13            | 0,10           | 2,00                                                         | 0,00             | 2,31  | 2,35  | 2,40  |
|              | DV                 | 0,05       | 0,29                     | 0,02            | 0,04           | 0,92                                                         | 0,03             | 0,17  | 0,88  | 0,85  |
|              | CV (%)             | 0,99       | 6,06                     | 14,43           | 27,89          | 32,73                                                        | 86,60            | 6,67  | 28,30 | 27,12 |
| CAR<br>AGR   | Média              | 4,16       | 0,25                     | 0,19            | 11,50          | 1,77                                                         | 0,30             | 2,15  | 2,20  | 2,50  |
|              | Máximo             | 4,23       | 0,36                     | 0,23            | 12,37          | 2,00                                                         | 0,30             | 2,48  | 2,59  | 2,89  |
|              | Mínimo             | 4,11       | 0,17                     | 0,15            | 10,63          | 1,50                                                         | 0,30             | 1,65  | 1,87  | 2,17  |
|              | DV                 | 0,06       | 0,10                     | 0,04            | 0,87           | 0,25                                                         | 0,00             | 0,44  | 0,37  | 0,37  |
|              | CV (%)             | 1,55       | 39,24                    | 22,09           | 7,59           | 14,24                                                        | 0,00             | 20,35 | 16,62 | 14,63 |

Tabela 6. Medidas estatísticas descritivas das variáveis químicas de solos em áreas do Semiárido de Pernambuco na camada 10-20 cm

|     |        |      |       |       |       |      |      |       |      | (Conclusão) |
|-----|--------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|-------------|
| SC  | Média  | 6,67 | 1,62  | 0,25  | 0,20  | 2,87 | 0,00 | 0,55  | 3,32 | 3,32        |
|     | Máximo | 6,80 | 2,12  | 0,32  | 0,27  | 3,10 | 0,00 | 0,66  | 3,59 | 3,59        |
|     | Mínimo | 6,45 | 1,18  | 0,21  | 0,13  | 2,70 | 0,00 | 0,50  | 3,15 | 3,15        |
| CN  | DV     | 0,19 | 0,48  | 0,06  | 0,07  | 0,21 | 0,00 | 0,10  | 0,24 | 0,24        |
|     | CV (%) | 2,91 | 29,49 | 24,36 | 34,36 | 7,26 | 0,00 | 17,32 | 7,08 | 7,08        |
| SC  | Média  | 7,00 | 0,45  | 0,65  | 2,44  | 3,30 | 0,00 | 1,05  | 4,40 | 4,40        |
|     | Máximo | 7,18 | 0,52  | 0,74  | 2,69  | 3,60 | 0,00 | 1,16  | 4,85 | 4,85        |
|     | Mínimo | 6,73 | 0,40  | 0,52  | 2,31  | 3,10 | 0,00 | 0,99  | 4,02 | 4,02        |
| AGR | DV     | 0,24 | 0,06  | 0,11  | 0,22  | 0,26 | 0,00 | 0,10  | 0,42 | 0,42        |
|     | CV (%) | 3,38 | 12,70 | 17,47 | 8,97  | 8,02 | 0,00 | 9,12  | 9,52 | 9,52        |

DP: Desvio Padrão; CV: Coeficiente de Variação; CN: Caatinga Nativa; AGR: Agropecuário; BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4.

Tabela 7. Medidas estatísticas descritivas das variáveis químicas de solos em áreas do Semiárido de Pernambuco na camada 10-20 cm

|                   |                    |       |                          |                 |                |                                                              |                  |        |       | (Continua) |
|-------------------|--------------------|-------|--------------------------|-----------------|----------------|--------------------------------------------------------------|------------------|--------|-------|------------|
| Cobertura do solo | Análise Descritiva | pH    | P<br>mg kg <sup>-1</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup><br>cmolc dm <sup>-3</sup> | Al <sup>3+</sup> | H+Al   | SB    | CTC        |
|                   |                    |       |                          |                 |                |                                                              |                  |        |       |            |
| Máximo            | 8,10               | 0,31  | 0,43                     | 6,49            | 7,50           | 0,00                                                         | 0,83             | 8,07   | 8,07  |            |
| Mínimo            | 7,05               | 0,27  | 0,30                     | 5,71            | 6,50           | 0,00                                                         | 0,66             | 7,20   | 7,20  |            |
| DV                | 0,56               | 0,02  | 0,06                     | 0,40            | 0,51           | 0,00                                                         | 0,10             | 0,46   | 0,46  |            |
| CV (%)            | 7,53               | 8,48  | 17,79                    | 6,68            | 7,26           | 0,00                                                         | 13,32            | 5,91   | 5,91  |            |
| PAR<br>AGR        | Média              | 5,50  | 0,26                     | 0,15            | 6,30           | 4,57                                                         | 0,00             | 3,69   | 4,98  | 4,98       |
|                   | Máximo             | 5,64  | 0,32                     | 0,17            | 7,65           | 5,50                                                         | 0,00             | 4,29   | 5,98  | 5,98       |
|                   | Mínimo             | 5,40  | 0,23                     | 0,12            | 5,13           | 3,20                                                         | 0,00             | 3,30   | 3,55  | 3,55       |
|                   | DV                 | 0,12  | 0,05                     | 0,03            | 1,27           | 1,21                                                         | 0,00             | 0,53   | 1,27  | 1,27       |
|                   | CV (%)             | 2,27  | 21,08                    | 17,27           | 20,18          | 26,49                                                        | 0,00             | 14,39  | 25,51 | 25,51      |
| SER<br>CN         | Média              | 6,32  | 0,13                     | 0,13            | 1,13           | 2,30                                                         | 0,03             | 1,71   | 2,57  | 2,60       |
|                   | Máximo             | 6,52  | 0,13                     | 0,18            | 1,74           | 2,40                                                         | 0,05             | 2,15   | 2,64  | 2,64       |
|                   | Mínimo             | 6,22  | 0,13                     | 0,10            | 0,80           | 2,20                                                         | 0,00             | 1,32   | 2,51  | 2,56       |
|                   | DV                 | 0,17  | 0,00                     | 0,04            | 0,53           | 0,10                                                         | 0,03             | 0,42   | 0,06  | 0,04       |
|                   | CV (%)             | 2,74  | 0,00                     | 27,89           | 47,00          | 4,35                                                         | 86,60            | 24,35  | 2,47  | 1,49       |
| SER<br>AGR        | Média              | 6,41  | 0,19                     | 0,29            | 1,37           | 3,43                                                         | 0,00             | 0,94   | 3,91  | 3,91       |
|                   | Máximo             | 7,15  | 0,21                     | 0,30            | 2,31           | 4,50                                                         | 0,00             | 1,16   | 4,97  | 4,97       |
|                   | Mínimo             | 5,94  | 0,17                     | 0,27            | 0,42           | 2,80                                                         | 0,00             | 0,50   | 3,29  | 3,29       |
|                   | DV                 | 0,65  | 0,02                     | 0,01            | 0,95           | 0,93                                                         | 0,00             | 0,38   | 0,92  | 0,92       |
|                   | CV (%)             | 10,08 | 12,37                    | 4,89            | 69,44          | 27,06                                                        | 0,00             | 40,75  | 23,62 | 23,62      |
| ST1<br>CN         | Média              | 6,77  | 0,22                     | 0,15            | 0,33           | 1,80                                                         | 0,00             | 0,41   | 2,18  | 2,18       |
|                   | Máximo             | 7,38  | 0,32                     | 0,21            | 0,37           | 2,10                                                         | 0,00             | 0,50   | 2,39  | 2,39       |
|                   | Mínimo             | 6,19  | 0,13                     | 0,08            | 0,29           | 1,30                                                         | 0,00             | 0,33   | 1,83  | 1,83       |
|                   | DV                 | 0,60  | 0,09                     | 0,07            | 0,04           | 0,44                                                         | 0,00             | 0,08   | 0,30  | 0,30       |
|                   | CV (%)             | 8,80  | 41,81                    | 44,16           | 11,76          | 24,22                                                        | 0,00             | 20,04  | 14,01 | 14,01      |
| ST1<br>AGR        | Média              | 6,47  | 0,16                     | 0,09            | 0,63           | 3,17                                                         | 0,00             | 1,05   | 3,41  | 3,41       |
|                   | Máximo             | 6,90  | 0,17                     | 0,10            | 0,72           | 3,50                                                         | 0,00             | 2,31   | 3,75  | 3,75       |
|                   | Mínimo             | 6,14  | 0,13                     | 0,08            | 0,52           | 3,00                                                         | 0,00             | 0,17   | 3,21  | 3,21       |
|                   | DV                 | 0,39  | 0,02                     | 0,01            | 0,10           | 0,29                                                         | 0,00             | 1,12   | 0,29  | 0,29       |
|                   | CV (%)             | 6,02  | 14,43                    | 16,61           | 15,57          | 9,12                                                         | 0,00             | 107,48 | 8,64  | 8,64       |
| ST2<br>CN         | Média              | 6,74  | 0,25                     | 0,16            | 1,38           | 8,20                                                         | 0,00             | 0,94   | 8,61  | 8,61       |
|                   | Máximo             | 6,93  | 0,36                     | 0,18            | 1,84           | 8,80                                                         | 0,00             | 1,16   | 9,19  | 9,19       |
|                   | Mínimo             | 6,55  | 0,13                     | 0,12            | 0,93           | 7,80                                                         | 0,00             | 0,83   | 8,31  | 8,31       |
|                   | DV                 | 0,19  | 0,11                     | 0,03            | 0,46           | 0,53                                                         | 0,00             | 0,19   | 0,50  | 0,50       |
|                   | CV (%)             | 2,82  | 44,82                    | 20,23           | 33,02          | 6,45                                                         | 0,00             | 20,38  | 5,80  | 5,80       |

Tabela 7. Medidas estatísticas descritivas das variáveis químicas de solos em áreas do Semiárido de Pernambuco na camada 10-20 cm

|            |        | (Conclusão) |       |       |        |       |        |       |       |       |
|------------|--------|-------------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| ST2<br>AGR | Média  | 6,27        | 0,31  | 0,24  | 31,01  | 7,33  | 0,00   | 1,54  | 7,88  | 7,88  |
|            | Máximo | 6,50        | 0,39  | 0,30  | 33,76  | 8,20  | 0,00   | 1,98  | 8,81  | 8,81  |
|            | Mínimo | 5,93        | 0,23  | 0,12  | 27,95  | 6,70  | 0,00   | 1,32  | 7,21  | 7,21  |
|            | DV     | 0,30        | 0,08  | 0,10  | 2,92   | 0,78  | 0,00   | 0,38  | 0,83  | 0,83  |
|            | CV (%) | 4,82        | 26,75 | 42,65 | 9,41   | 10,59 | 0,00   | 24,74 | 10,51 | 10,51 |
| ST3<br>CN  | Média  | 5,71        | 0,25  | 0,06  | 0,27   | 3,13  | 0,02   | 1,54  | 3,45  | 3,46  |
|            | Máximo | 5,95        | 0,27  | 0,07  | 0,34   | 3,30  | 0,05   | 1,82  | 3,61  | 3,61  |
|            | Mínimo | 5,45        | 0,24  | 0,05  | 0,21   | 2,90  | 0,00   | 1,32  | 3,21  | 3,21  |
|            | DV     | 0,25        | 0,01  | 0,01  | 0,07   | 0,21  | 0,03   | 0,25  | 0,21  | 0,22  |
|            | CV (%) | 4,39        | 5,86  | 13,78 | 23,81  | 6,64  | 173,21 | 16,37 | 6,09  | 6,36  |
| ST3<br>AGR | Média  | 5,80        | 0,21  | 0,17  | 0,95   | 2,43  | 0,03   | 1,21  | 2,81  | 2,84  |
|            | Máximo | 5,98        | 0,23  | 0,20  | 0,99   | 2,50  | 0,10   | 1,49  | 2,93  | 3,03  |
|            | Mínimo | 5,52        | 0,18  | 0,15  | 0,86   | 2,30  | 0,00   | 0,99  | 2,63  | 2,63  |
|            | DV     | 0,25        | 0,02  | 0,03  | 0,08   | 0,12  | 0,06   | 0,25  | 0,16  | 0,20  |
|            | CV (%) | 4,27        | 11,23 | 17,83 | 7,95   | 4,75  | 173,21 | 20,83 | 5,56  | 6,96  |
| ST4<br>CN  | Média  | 7,13        | 0,17  | 0,44  | 242,09 | 6,03  | 0,00   | 1,60  | 6,64  | 6,64  |
|            | Máximo | 7,30        | 0,17  | 0,46  | 258,33 | 6,70  | 0,00   | 1,82  | 7,26  | 7,26  |
|            | Mínimo | 6,99        | 0,17  | 0,39  | 226,09 | 5,10  | 0,00   | 1,16  | 5,73  | 5,73  |
|            | DP     | 0,16        | 0,00  | 0,04  | 16,12  | 0,83  | 0,00   | 0,38  | 0,80  | 0,80  |
|            | CV (%) | 2,22        | 0,00  | 9,45  | 6,66   | 13,80 | 0,00   | 23,89 | 12,12 | 12,12 |
| ST4<br>AGR | Média  | 7,35        | 0,19  | 0,59  | 67,20  | 4,97  | 0,00   | 0,88  | 5,75  | 5,75  |
|            | Máximo | 7,44        | 0,22  | 0,66  | 76,26  | 5,50  | 0,00   | 0,99  | 6,23  | 6,23  |
|            | Mínimo | 7,22        | 0,14  | 0,51  | 59,66  | 4,60  | 0,00   | 0,83  | 5,40  | 5,40  |
|            | DP     | 0,12        | 0,04  | 0,07  | 8,40   | 0,47  | 0,00   | 0,10  | 0,43  | 0,43  |
|            | CV (%) | 1,59        | 23,02 | 12,39 | 12,51  | 9,52  | 0,00   | 10,83 | 7,48  | 7,48  |

DP: Desvio Padrão; CV: Coeficiente de Variação; CN: Caatinga Nativa; AGR: Agropecuário; PAR: Parnamirim; SER: Serra; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4.

Também foi realizada a determinação da composição granulométrica conforme método descrito em EMBRAPA (2011) (Tabela 4), para as áreas pertencentes ao semiárido de Pernambuco.

### 3.2.3 Análises biológicas e do solo

#### *Carbono da biomassa microbiana do solo*

O carbono da biomassa microbiana (CBM) foi determinado pelo processo de irradiação, conforme método descrito por Mendonça e Matos (2005). Na quantificação do C microbiano foi adotado o método descrito por Vance et al. (1987) e Tate et al. (1988) e o carbono nos extratos de  $K_2SO_4$  foi determinado por colorimetria (BARTLETT; ROSS, 1988).

Tabela 8. Composição granulométrica e classe textural dos solos de Caatinga nativa (CN) e uso Agropecuário (AGR), no Semiárido de Pernambuco, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm

| (Continua) |                   |          |       |                             |        |                       |
|------------|-------------------|----------|-------|-----------------------------|--------|-----------------------|
| Área       | Cobertura do Solo | Prof. cm | Areia | Silte<br>g kg <sup>-1</sup> | Argila | Classe Textural       |
| BQ1        | CN                | 0-5      | 934   | 16                          | 50     | Areia                 |
|            |                   | 5-10     | 942   | 26                          | 32     | Areia                 |
|            |                   | 10-20    | 934   | 26                          | 40     | Areia                 |
|            | AGR               | 0-5      | 910   | 30                          | 60     | Areia                 |
|            |                   | 5-10     | 890   | 30                          | 80     | Areia                 |
|            |                   | 10-20    | 936   | 43                          | 21     | Areia                 |
| BQ2        | CN                | 0-5      | 951   | 29                          | 20     | Areia                 |
|            |                   | 5-10     | 908   | 72                          | 20     | Areia                 |
|            |                   | 10-20    | 937   | 43                          | 20     | Areia                 |
|            | AGR               | 0-5      | 934   | 39                          | 27     | Areia                 |
|            |                   | 5-10     | 939   | 34                          | 27     | Areia                 |
|            |                   | 10-20    | 951   | 22                          | 27     | Areia                 |
| CAR        | CN                | 0-5      | 725   | 35                          | 240    | Franco-Argilo-Arenoso |
|            |                   | 5-10     | 715   | 45                          | 240    | Franco-Argilo-Arenoso |
|            |                   | 10-20    | 682   | 80                          | 238    | Franco-Argilo-Arenoso |
|            | AGR               | 0-5      | 723   | 17                          | 260    | Franco-Argilo-Arenoso |
|            |                   | 5-10     | 732   | 10                          | 258    | Franco-Argilo-Arenoso |
|            |                   | 10-20    | 733   | 27                          | 240    | Franco-Argilo-Arenoso |
| SC         | CN                | 0-5      | 790   | 30                          | 180    | Franco-Arenoso        |
|            |                   | 5-10     | 636   | 44                          | 320    | Franco-Argilo-Arenoso |
|            |                   | 10-20    | 741   | 32                          | 227    | Franco-Argilo-Arenoso |
|            | AGR               | 0-5      | 772   | 188                         | 40     | Areia-Franco          |
|            |                   | 5-10     | 777   | 163                         | 60     | Areia-Franco          |
|            |                   | 10-20    | 740   | 160                         | 100    | Franco-Arenoso        |
| ST1        | CN                | 0-5      | 801   | 91                          | 108    | Areia Franca          |
|            |                   | 5-10     | 743   | 102                         | 155    | Franco-Arenoso        |
|            |                   | 10-20    | 739   | 115                         | 146    | Franco-Arenoso        |
|            | AGR               | 0-5      | 842   | 64                          | 94     | Areia Franca          |
|            |                   | 5-10     | 783   | 95                          | 122    | Franco-Arenoso        |
|            |                   | 10-20    | 760   | 98                          | 142    | Franco-Arenoso        |
| ST2        | CN                | 0-5      | 793   | 126                         | 81     | Areia Franca          |
|            |                   | 5-10     | 737   | 158                         | 75     | Franco-Arenoso        |
|            |                   | 10-20    | 812   | 101                         | 87     | Areia Franca          |
|            | AGR               | 0-5      | 860   | 79                          | 61     | Areia Franca          |
|            |                   | 5-10     | 779   | 161                         | 60     | Areia Franca          |
|            |                   | 10-20    | 847   | 86                          | 67     | Areia Franca          |
| ST3        | CN                | 0-5      | 698   | 42                          | 260    | Franco-Argilo-Arenoso |
|            |                   | 5-10     | 704   | 22                          | 273    | Franco-Argilo-Arenoso |
|            |                   | 10-20    | 698   | 42                          | 260    | Franco-Argilo-Arenoso |
|            | AGR               | 0-5      | 636   | 44                          | 320    | Franco-Argilo-Arenoso |
|            |                   | 5-10     | 629   | 51                          | 320    | Franco-Argilo-Arenoso |
|            |                   | 10-20    | 639   | 51                          | 310    | Franco-Argilo-Arenoso |

Tabela 8. Composição granulométrica e classe textural dos solos de Caatinga nativa (CN) e uso Agropecuário (AGR), no Semiárido de Pernambuco, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm

|     |     |       |     |     |     | (Conclusão)           |
|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----------------------|
| ST4 | CN  | 0-5   | 744 | 36  | 220 | Franco-Argilo-Arenoso |
|     |     | 5-10  | 747 | 33  | 220 | Franco-Argilo-Arenoso |
|     |     | 10-20 | 718 | 22  | 260 | Franco-Argilo-Arenoso |
|     | AGR | 0-5   | 916 | 24  | 60  | Areia                 |
|     |     | 5-10  | 912 | 28  | 60  | Areia                 |
|     |     | 10-20 | 896 | 44  | 60  | Areia                 |
| PAR | CN  | 0-5   | 577 | 103 | 320 | Franco-Argilo-Arenoso |
|     |     | 5-10  | 560 | 120 | 320 | Franco-Argilo-Arenoso |
|     |     | 10-20 | 503 | 77  | 420 | Argila-Arenosa        |
|     | AGR | 0-5   | 495 | 85  | 420 | Argila-Arenosa        |
|     |     | 5-10  | 491 | 89  | 420 | Argila-Arenosa        |
|     |     | 10-20 | 414 | 166 | 420 | Argiloso              |
| SER | CN  | 0-5   | 829 | 91  | 80  | Areia Franca          |
|     |     | 5-10  | 850 | 50  | 100 | Areia Franca          |
|     |     | 10-20 | 742 | 158 | 100 | Franco Arenoso        |
|     | AGR | 0-5   | 790 | 130 | 80  | Areia Franca          |
|     |     | 5-10  | 798 | 122 | 80  | Areia Franca          |
|     |     | 10-20 | 773 | 147 | 80  | Franco Arenoso        |

DP: Desvio Padrão; CV: Coeficiente de Variação; CN: Caatinga Nativa; AGR: Agropecuário; PAR: Parnamirim; SER: Serra; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4.

### *Respiração basal do solo*

Para a determinação da respiração basal do solo (RBS), o método utilizado foi o apresentado por Mendonça e Matos (2005), que consistiu na quantificação de CO<sub>2</sub> evoluído de 30 g de solo, incubados durante 72 horas com solução de NaOH 0,5 mol L<sup>-1</sup>, titulando-se com HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup>.

### *Carbono solúvel em água*

O carbono solúvel em água (CSA) foi extraído mediante método descrito por Mendonça e Matos (2005), utilizando-se como extrator a água destilada na relação 1:2 (solo: extrator). O CSA foi determinado por colorimetria, como sugerido por Bartlett e Ross (1988), utilizando-se como agente oxidante o permanganato de potássio em meio ácido.

### *Quociente microbiano e quociente metabólico*

Com os resultados obtidos de COT, CBM e RBS, foram calculados o quociente metabólico ( $qCO_2$ ), representado pela razão RBS/CBM. O  $qCO_2$  representa a relação entre o dióxido de carbono evoluído e o total do CBM, relaciona a eficiência da biomassa microbiana em utilizar os recursos do meio, promovendo menores perdas de C na forma de  $CO_2$  pela respiração, sendo este incorporado aos tecidos microbianos (ANDERSON; DOMSCH, 1985). O quociente microbiano ( $qMIC$ ) é calculado pela relação entre CBM/COT, que indica quanto do C está imobilizado na forma microbiana.

#### *Frações de carbono orgânico*

Para o fracionamento do C foi utilizado o método por graus de oxidação, adaptado de Chan, Bowman e Oates (2001) e Freitas, Matos e Mendonça. (2004). O teor de C na fração F1 foi considerado como carbono lábil (CL) do solo, enquanto que o carbono não lábil (CNL) foi obtido por diferença ( $CNL=COT-CL$ ). Os teores de carbono orgânico (COT) do solo foram determinados pelo método da combustão úmida com dicromato de potássio, descrito em Yeomans e Bremner (1988).

O COT foi utilizado para estimar o índice de compartimento de carbono (ICC), que se refere às mudanças no COT entre um sistema agrícola e o sistema de referência ( $ICC=COT_{cultivo}/COT_{referência}$ ); o carbono não lábil ( $CNL=COT-CL$ ); a labilidade do C ( $L=CL/CNL$ ); o índice de labilidade ( $IL = L_{cultivo}/L_{referência}$ ), (BLAIR; LEFROY; LISLE, 1995; CHAN; BOWMAN; OATES, 2001).

#### *Fracionamento químico de substâncias húmicas*

Para caracterização da matéria orgânica do solo, nas amostras coletadas em setembro a dezembro/2014 e em setembro a dezembro/2015, foi realizada a extração de carbono das frações húmicas. Separou-se o carbono na fração ácidos fúlvicos (C-AF), carbono na fração ácidos húmicos (C-AH) e carbono na fração humina (C-HUM), conforme método difundido pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas - IHSS (SWIFT, 1996), seguindo adaptação proposta por Benites, Madari e Machado (2003).

Com os teores de C das frações das substâncias húmicas, foi calculada a relação C-AH/C-AF e a relação entre as frações (C-EA=C-AF+C-AH) e humina (C-HUM), C-EA/C-HU (BENITES; MADARI; MACHADO, 2003).

### **3.2.4 Análises estatísticas e interpretação dos resultados**

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). E as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, em função da cobertura do solo (CN e AGR) e dos tempos de amostragem (coletas). As análises estatísticas foram realizadas no programa computacional Sistema para Análise de Variância - SISVAR (FERREIRA, 2003).

### **3.3 Resultados e Discussão**

#### **3.3.1 Carbono orgânico total (COT)**

Na camada 0-5 cm, os teores de COT apresentaram diferenças significativas entre as coberturas de CN e AGRO nas áreas avaliadas, com exceção de BQ 2, SER e ST3 (Tabela 9). Os teores de COT variaram de 3,08 a 16,97 g kg<sup>-1</sup>, sendo os maiores valores observados nas áreas de CN. Os valores de COT aqui obtidos estão de acordo com os observados por Sousa (2006), avaliando diferentes tipos de solos sob vegetação de Caatinga. O autor encontrou valores de COT entre 4,16 e 11,42 gkg<sup>-1</sup>. Embora, algumas áreas dos municípios de CAR, SC, PAR, ST1 e ST2 tenham apresentado em alguma estação de coleta, valores superiores a 11,24 g kg<sup>-1</sup>. Do mesmo modo, Sampaio e Costa (2011) verificaram concentrações de COT em solo de Caatinga que variaram entre 5,00 e 9,25 g kg<sup>-1</sup>, nas profundidades de 0-20 e 20-100 cm.

Em solos mais argilosos, os resultados obtidos por Martins (2009), com teores de COT de 13,8; 7,8 e 7,7 g kg<sup>-1</sup> em estação seca e de 14,0; 9,5 e 7,2 g kg<sup>-1</sup> na estação chuvosa, nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, respectivamente, também se aproximam do presente estudo. Os valores mais altos de COT observados no último estudo em função de ser uma área de Caatinga hiperxerófila conservada, além do efeito do tipo de solo da área, com maiores teores de argila também estão de acordo com as áreas do presente estudo (CAR, SC, PAR, ST1 e ST2), que também apresentam um solo mais argiloso comparado as demais áreas (BQ1, BQ2, ST3 e ST4).

Tabela 9. Carbono Orgânico Total (COT) do solo na camada de 0-5 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| AREA | COBERT. | ESTAÇÃO DE COLETA  |           |           |           | Média   |
|------|---------|--------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
|      |         | COL. 1             | COL.2     | COL.3     | COL.4     |         |
|      |         | $\text{g kg}^{-1}$ |           |           |           |         |
| BQ1  | CN      | 11,07 a A          | 5,87 a A  | 8,56 a A  | 4,48 a A  | 7,49 a  |
|      | AGR     | 4,07 b A           | 3,90 a A  | 3,82 a A  | 4,32 a A  | 4,03 b  |
|      | Média   | 7,57 a             | 4,88 a    | 6,19 a    | 4,40 a    |         |
| BQ2  | CN      | 6,30 a A           | 5,24 a A  | 7,18 a A  | 5,64 a A  | 6,09 a  |
|      | AGR     | 5,97 a A           | 3,61 a A  | 6,72 a A  | 6,54 a A  | 5,71 a  |
|      | Média   | 6,13 a             | 4,42 a    | 6,95 a    | 6,09 a    |         |
| CAR  | CN      | 12,02 a A          | 13,21 a A | 13,31 a A | 16,25 a A | 13,69 a |
|      | AGR     | 6,36 a A           | 8,19 b A  | 7,14 b A  | 9,98 b A  | 7,91 a  |
|      | Média   | 9,19 a             | 10,70 a   | 10,22 a   | 13,12 a   |         |
| SC   | CN      | 10,97 a A          | 10,98 a A | 11,63 a A | 14,92 a A | 12,12 a |
|      | AGR     | 9,27 a A           | 7,01 a A  | 6,30 b A  | 6,44 b A  | 7,25 b  |
|      | Média   | 10,12              | 8,99 a    | 8,96 a    | 10,68 a   |         |
| PAR  | CN      | 16,57 a A          | 14,92 a A | 12,16 a A | 16,97 a A | 15,15 a |
|      | AGR     | 11,76 a A          | 10,48 a A | 13,46 a A | 9,98 b A  | 11,35 b |
|      | Média   | 14,16 a            | 12,70 a   | 12,81 a   | 13,47 a   |         |
| SER  | CN      | 8,41 a A           | 4,48 a A  | 4,73 a A  | 6,50 a A  | 6,03 a  |
|      | AGR     | 7,41 a A           | 8,41 a A  | 6,76 a A  | 4,12 a A  | 6,67 a  |
|      | Média   | 7,91 a             | 6,44 a    | 5,74 a    | 5,31 a    |         |
| ST1  | CN      | 12,61 a A          | 8,07 a B  | 7,06 a B  | 7,27 a B  | 8,75 a  |
|      | AGR     | 3,09 b A           | 3,08 b A  | 1,89 b A  | 1,53 b A  | 2,39 b  |
|      | Média   | 7,85 a             | 5,57 a    | 4,47 a    | 4,40 a    |         |
| ST2  | CN      | 11,01 a A          | 13,83 a A | 11,49 a A | 15,11 a A | 12,86 a |
|      | AGR     | 6,45 a A           | 6,39 a A  | 8,63 a A  | 7,19 b A  | 7,16 b  |
|      | Média   | 8,73 a             | 10,11 a   | 10,06 a   | 11,15 a   |         |
| ST3  | CN      | 10,49 a A          | 8,00 a A  | 7,81 a A  | 6,10 a A  | 8,10 a  |
|      | AGR     | 8,82 a A           | 8,20 a A  | 7,43 a A  | 7,05 a A  | 7,87 a  |
|      | Média   | 9,66 a             | 8,10 a    | 7,62 a    | 6,57 a    |         |
| ST4  | CN      | 8,61 a A           | 7,00 a A  | 8,88 a A  | 10,54 a A | 8,75 a  |
|      | AGR     | 6,08 a A           | 3,90 a A  | 5,35 a A  | 4,87 b A  | 5,05 b  |
|      | Média   | 7,34 a             | 5,45 a    | 7,11 a    | 7,70 a    |         |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Os valores de COT dos solos avaliados não diferiram significativamente entre as estações de amostragem nos solos (Tabela 1). Esta variável representa uma característica química mais estável e de menor flutuação ao longo do tempo (estações), que nem sempre

reflete mudanças de cobertura dos solos (MALUCHE-BARETTA et al., 2007), especialmente no semiárido, com baixo acúmulo de matéria orgânica.

Tabela 10. Carbono Orgânico Total (COT) do solo na camada de 5-10 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA | COBERT. | ESTAÇÃO DE COLETA  |           |           |            | Média   |
|------|---------|--------------------|-----------|-----------|------------|---------|
|      |         | COL. 1             | COL.2     | COL.3     | COL.4      |         |
|      |         | $\text{g kg}^{-1}$ |           |           |            |         |
| BQ1  | CN      | 5,96 a A           | 3,86 a A  | 7,20 a A  | 4,32 a A   | 5,33 a  |
|      | AGR     | 4,46 a A           | 3,47 a A  | 4,03 a A  | 3,84 a A   | 3,95 a  |
|      | Média   | 5,21 a             | 3,66 a    | 5,61 a    | 4,08 a     |         |
| BQ2  | CN      | 5,99 a A           | 4,94 a A  | 6,27 a A  | 4,24 a A   | 4,36 a  |
|      | AGR     | 5,23 a A           | 3,50 a A  | 5,73 a A  | 5,34 a A   | 4,95 a  |
|      | Média   | 5,61 a             | 4,22 a    | 6,00 a    | 4,79 a     |         |
| CAR  | CN      | 10,04 a A          | 9,58 a A  | 11,71 a A | 11,22 a A  | 10,64 a |
|      | AGR     | 6,13 b A           | 6,19 a A  | 7,18 b A  | 7,07 b A   | 6,64 a  |
|      | Média   | 8,09 a             | 7,99 a    | 9,44 a    | 9,14 a     |         |
| SC   | CN      | 8,95 a A           | 7,41 a A  | 8,10 a A  | 8,16 a A   | 8,15 a  |
|      | AGR     | 7,62 a A           | 4,78 a A  | 4,43 b A  | 6,32 a A   | 5,79 b  |
|      | Média   | 8,28 a             | 6,09 a    | 6,26 a    | 7,24 a     |         |
| PAR  | CN      | 13,26 a A          | 9,48 a AB | 7,70 a B  | 10,62 a AB | 10,26 a |
|      | AGR     | 7,87 b A           | 6,81 a A  | 7,62 a A  | 7,03 b A   | 7,33 b  |
|      | Média   | 10,56 a            | 8,15 a    | 7,66 a    | 8,82 a     |         |
| SER  | CN      | 6,37 a A           | 4,14 a A  | 3,60 a A  | 4,12 a A   | 4,56 a  |
|      | AGR     | 6,45 a A           | 5,11 a A  | 3,85 a A  | 2,30 a A   | 4,43 a  |
|      | Média   | 6,41 a             | 4,63 a    | 3,72 a    | 3,21 a     |         |
| ST1  | CN      | 3,31 b A           | 3,49 a A  | 5,98 a A  | 3,55 a A   | 4,08 a  |
|      | AGR     | 6,95 a A           | 3,11 a AB | 1,81 b B  | 1,44 a B   | 3,33 a  |
|      | Média   | 5,13 a             | 3,30 a    | 3,89 a    | 2,49 a     |         |
| ST2  | CN      | 5,11 a A           | 8,88 a A  | 9,65 a A  | 9,90 a A   | 8,51 a  |
|      | AGR     | 6,78 a A           | 5,11 b A  | 8,16 a A  | 4,47 a A   | 6,88 a  |
|      | Média   | 6,19 a             | 6,99 a    | 8,91 a    | 8,68 a     |         |
| ST3  | CN      | 6,37 a A           | 5,43 a A  | 4,88 a A  | 4,54 a A   | 5,30 a  |
|      | AGR     | 7,54 a A           | 5,43 a A  | 4,03 a A  | 5,01 a A   | 5,50 a  |
|      | Média   | 6,95 a             | 5,43 a A  | 4,45 a    | 4,77 a     |         |
| ST4  | CN      | 5,73 a A           | 7,47 a A  | 6,93 a A  | 6,63 a A   | 6,69 a  |
|      | AGR     | 4,72 a A           | 2,21 b A  | 5,37 a A  | 5,07 a A   | 4,34 b  |
|      | Média   | 5,22 a             | 4,84 a    | 6,15 a    | 5,85 a     |         |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Entre as áreas avaliadas, a conversão de CN em uso AGR provocou maiores impactos nos teores de COT em BQ1(EST1), SC (EST4) e ST2(EST4), com redução de 63,24%, 56,87% e 52,42%, respectivamente. Estes resultados também foram observados por Assis et al. (2010) que constataram alterações mais pronunciadas em função da mudança do uso do solo na camada superficial em um Cambissolo do semiárido brasileiro. A redução de COT foi observada principalmente nas estações chuvosas nas áreas de BQ1 e ST4, que em adição de umidade no solo, a atividade microbiana é intensificada, incorporando maiores teores de COT nestas áreas de CN, em relação as áreas de AGR, com menor adição de resíduos vegetais no solo. Diferente das demais áreas, a área de SC apresentou maior redução nos teores de COT em estação seca, que pode estar associada a baixa precipitação em todas as estações de coleta avaliadas. Em eventos sucessionais de seca, as áreas com menor deposição de resíduos vegetais orgânicos, como em áreas de uso AGR comprometem o conteúdo de matéria orgânica do solo, conseqüentemente, os teores de COT são reduzidos.

Nas camadas de 5-10 cm (Tabela 10) e 10-20 cm (Tabela 11) também foi observado diferenças significativas entre as coberturas do solo (CN e AGR), bem como nas estações de coleta. Os valores encontrados variaram entre 1,44 e 11,71 g kg<sup>-1</sup> na camada 5-10 cm, e de 1,37 a 14,53 g kg<sup>-1</sup> na camada 10-20 cm. Isto está associado ao padrão de distribuição de raízes e micro-organismos, que diferem em profundidade de acordo com as espécies vegetais instaladas, podendo reduzir ou incrementar os teores de COT em camadas mais profundas do solo. Os resultados encontrados no presente estudo discordam de Oliveira et al. (2004), que relatam que valores de COT são inferiores a 10 g kg<sup>-1</sup> principalmente nas condições de solos do semiárido pelo baixo aporte de material vegetal e elevada taxa de decomposição. Assim como, por Salcedo e Sampaio (2008), que também descrevem que, no semiárido, os teores médios de COT são de 7,4 e de 10,4 g kg<sup>-1</sup> para Planossolos e Neossolos, respectivamente.

Em todas as camadas avaliadas, os resultados de COT principalmente em áreas de CN foram superiores aos 10 g kg<sup>-1</sup>, referentes aos autores supracitados. Vale salientar, que valores mais elevados foram referentes principalmente aquelas áreas que apresentaram maiores teores de argila, como em todas as áreas avaliadas, com exceção de BQ2 e SER.

Tabela 11. Carbono Orgânico Total (COT) do solo na camada de 10-20 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA | COBERT. | ESTAÇÃO DE COLETA |          |                    |           | Média   |
|------|---------|-------------------|----------|--------------------|-----------|---------|
|      |         | COL. 1            | COL.2    | COL.3              | COL.4     |         |
|      |         |                   |          | g kg <sup>-1</sup> |           |         |
| BQ1  | CN      | 5,75 a A          | 3,31 a A | 7,05 a A           | 3,68 a A  | 4,94 a  |
|      | AGR     | 3,87 a A          | 3,27 a A | 3,96 a A           | 3,12 a A  | 3,55 a  |
|      | Média   | 4,81 a            | 3,29 a   | 5,50 a             | 3,40 a    |         |
| BQ2  | CN      | 4,64 a A          | 3,70 a A | 5,87 a A           | 3,72 a A  | 4,48 a  |
|      | AGR     | 4,24 a A          | 4,74 a A | 5,18 a A           | 3,48 a A  | 4,41 a  |
|      | Média   | 4,44 a            | 4,22 a   | 5,53 a             | 3,60 a    |         |
| CAR  | CN      | 10,37 a AB        | 7,70 a B | 10,34 a AB         | 14,53 a A | 10,73 a |
|      | AGR     | 5,11 b A          | 5,94 a A | 6,08 b A           | 6,91 b A  | 6,01 b  |
|      | Média   | 7,74 ab           | 6,82 b   | 8,21 ab            | 10,72 a   |         |
| SC   | CN      | 6,17 a A          | 6,45 a A | 7,14 a A           | 6,32 a A  | 6,52 a  |
|      | AGR     | 6,05 a A          | 4,92 a A | 4,98 a A           | 5,92 a A  | 5,46 a  |
|      | Média   | 6,11 a            | 5,68 a   | 6,06 a             | 6,12 a    |         |
| PAR  | CN      | 9,45 a A          | 9,66 a A | 5,17 a A           | 7,67 a A  | 7,99 a  |
|      | AGR     | 5,65 b A          | 5,61 b A | 6,68 a A           | 6,79 a A  | 6,18 b  |
|      | Média   | 7,55 a            | 7,64 a   | 5,92 a             | 7,23 a    |         |
| SER  | CN      | 4,80 a A          | 4,02 a A | 3,16 a A           | 3,43 a A  | 3,85 a  |
|      | AGR     | 6,06 a A          | 4,04 a A | 2,78 a A           | 2,50 a A  | 3,84 a  |
|      | Média   | 5,43 a            | 4,03 a   | 2,97 a             | 2,97 a    |         |
| ST1  | CN      | 2,23 a A          | 3,25 a A | 5,06 a A           | 2,66 a A  | 3,30 a  |
|      | AGR     | 4,71 a A          | 2,39 a A | 1,63 b A           | 1,37 a A  | 2,52 a  |
|      | Média   | 3,47 a            | 2,82 a   | 3,34 a             | 2,01 a    |         |
| ST2  | CN      | 4,61 a A          | 5,49 a A | 8,48 a A           | 7,35 a A  | 6,48 a  |
|      | AGR     | 6,94 a A          | 4,05 a A | 7,41 a A           | 6,54 a A  | 6,23 a  |
|      | Média   | 5,77 a            | 4,77 a   | 7,94 a             | 6,94 a    |         |
| ST3  | CN      | 5,09 a A          | 2,32 a A | 4,75 a A           | 3,19 a A  | 3,83 a  |
|      | AGR     | 4,00 a A          | 3,89 a A | 4,09 a A           | 4,13 a A  | 4,02 a  |
|      | Média   | 4,54 a            | 3,10 a   | 4,42 a             | 3,66 a    |         |
| ST4  | CN      | 5,60 a A          | 4,47 a A | 5,39 a A           | 5,91 a A  | 5,34 a  |
|      | AGR     | 4,37 a A          | 3,17 a A | 4,70 a A           | 4,63 a A  | 4,21 a  |
|      | Média   | 4,99 a            | 3,82 a   | 5,04 a             | 5,27 a    |         |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4.

Nas camadas avaliadas, as diferenças entre as estações de coletas foram significativas para algumas áreas, no entanto, estas diferenças não seguiram um padrão entre as estações secas e chuvosas. Isto pode estar relacionado a esta variável representar uma característica

química mais estável e de menor flutuação ao longo do tempo (épocas), que nem sempre reflete mudanças de cobertura dos solos (MALUCHE-BARETTA et al., 2007), especialmente no semiárido, com baixo acúmulo de matéria orgânica.

### 3.3.2 Carbono Solúvel em água (CSA)

O CSA na camada 0-5 cm as áreas, com exceção de ST1, não apresentaram diferenças significativas entre as coberturas do solo CN e AGR, (Tabela 12). O CSA é constituído, principalmente, de compostos orgânicos de baixo peso molecular (VAN HEES et al. 2005), adicionados aos solos por meio da decomposição de resíduos orgânicos, da serrapilheira (DON; KALBITZ, 2005), resíduos culturais (CIOTTA et al., 2004; ELLERBEROCK; KAISER, 2005), pela ação dos micro-organismos e por meio de exsudatos radiculares (LU et al., 2003; SOUZA; MELO, 2003). No presente estudo, foi observado que ocorreu uma disponibilização de CSA em condições de CN e também sob uso AGR, pelas semelhanças verificadas.

Diferentemente da cobertura do solo, foram observadas variações em função do tempo de coleta nas áreas avaliadas, com exceção de BQ2 e ST4. A variação nos teores de CSA indica estágio inicial de decomposição da MOS, por ser a forma de C mais lábil e facilmente biodegradável da matéria orgânica do solo. O CSA é considerado a fonte inicial de C para os micro-organismos por Marschner e Kalbitz (2003) e Karavanova (2013). Este representa uma forma mais sensível de avaliar as mudanças nos usos do solo do que o COT, mostrando ser importante compartimento a ser avaliado para diferenciar conversões de vegetação nativa em uso agrícola, associados a menor ou maior disponibilidade de umidade no solo.

Na camada 5-10 cm apenas na área SC na EST2 as coberturas do solo apresentaram diferenças significativas (Tabela 13). Considerando as estações de coletas, as áreas BQ1, CAR, SC, PAR, SER, ST1, ST2 e ST3, apresentaram diferenças significativas. No entanto, as diferenças observadas não seguiram padrão de períodos secos e chuvosos, demonstrando, que independente da precipitação, as formas de CSA foram liberadas ao solo pela vegetação, pelos micro-organismos, sem interferências marcantes das chuvas nestas áreas.

Tabela 12. Carbono solúvel em água (CSA) do solo na camada de 0-5 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA | COBERT. | ESTAÇÃO DE COLETA   |             |            |            | Média   |
|------|---------|---------------------|-------------|------------|------------|---------|
|      |         | COL. 1              | COL.2       | COL.3      | COL.4      |         |
|      |         | mg kg <sup>-1</sup> |             |            |            |         |
| BQ1  | CN      | 125,33 a A          | 62,12 a AB  | 30,25 a B  | 29,71 a B  | 61,85 a |
|      | AGR     | 77,03 a A           | 61,73 a A   | 42,73 a A  | 30,66 a A  | 53,03 a |
|      | Média   | 101,18 a            | 61,92 ab    | 36,49 b    | 30,18 b    |         |
| BQ2  | CN      | 88,36 a A           | 35,28 a A   | 58,47 a A  | 26,91 a A  | 52,51 a |
|      | AGR     | 68,72 a A           | 53,23 a A   | 71,61 a A  | 38,20 a A  | 57,94 a |
|      | Média   | 79,04 a             | 44,25 a     | 65,04 a    | 32,56 a    |         |
| CAR  | CN      | 141,36 a A          | 91,84 a AB  | 37,39 a B  | 57,28 a AB | 81,87 a |
|      | AGR     | 110,93 a A          | 62,12 a A   | 45,68 a A  | 51,43 a A  | 67,54 a |
|      | Média   | 126,14 a            | 76,98 b     | 54,36 b    | 41,53 b    |         |
| SC   | CN      | 177,67 a A          | 77,85 a B   | 45,65 a B  | 17,77 a B  | 79,73 a |
|      | AGR     | 175,19 a A          | 112,48 a AB | 38,65 a BC | 23,46 a C  | 87,44 a |
|      | Média   | 176,43 a            | 95,16 b     | 42,15 bc   | 20,61 c    |         |
| PAR  | CN      | 160,72 a A          | 69,77 a B   | 28,26 a B  | 83,21 a AB | 85,49 a |
|      | AGR     | 163,76 a A          | 97,40 a AB  | 22,37 a B  | 90,81 a AB | 93,58 a |
|      | Média   | 162,24 a            | 83,59 bc    | 23,51 c    | 87,01 b    |         |
| SER  | CN      | 94,50 a A           | 95,58 a A   | 24,61 a A  | 40,00 a A  | 63,67 a |
|      | AGR     | 104,03 a A          | 107,26 a A  | 12,88 a B  | 51,60 a AB | 68,94 a |
|      | Média   | 99,26 a             | 101,42 a    | 18,74 b    | 45,80 ab   |         |
| ST1  | CN      | 160,50 a A          | 42,24 a B   | 13,07 a B  | 21,84 a B  | 59,41 a |
|      | AGR     | 93,67 b A           | 54,86 a A   | 22,51 a A  | 23,75 a A  | 48,70 a |
|      | Média   | 127,09 a            | 48,55 b     | 17,79 b    | 22,80 b    |         |
| ST2  | CN      | 171,63 a A          | 57,84 a B   | 29,89 a B  | 85,55 a AB | 86,23 a |
|      | AGR     | 148,30 a A          | 41,72 a B   | 28,54 a B  | 55,14 a B  | 68,42 a |
|      | Média   | 159,96 a            | 49,78 b     | 29,21 b    | 70,35 b    |         |
| ST3  | CN      | 179,81 a A          | 113,08 a AB | 39,74 a B  | 36,70 a B  | 92,33 a |
|      | AGR     | 158,30 a A          | 74,06 a AB  | 50,16 a B  | 33,20 a B  | 78,93 a |
|      | Média   | 169,06 a            | 93,57 b     | 44,95 b    | 34,95 b    |         |
| ST4  | CN      | 49,86 a A           | 24,73 a A   | 27,25 a A  | 35,98 a A  | 46,92 a |
|      | AGR     | 67,21 a A           | 15,71 a A   | 73,05 a A  | 31,71 a A  | 29,45 a |
|      | Média   | 58,53 a             | 20,22 a     | 50,15 a    | 23,84 a    |         |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Tabela 13. Carbono solúvel em água (CSA) do solo na camada de 5-10 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA | COBERT. | ESTAÇÃO DE COLETA |            |                     |            | Média   |
|------|---------|-------------------|------------|---------------------|------------|---------|
|      |         | COL.1             | COL.2      | COL.3               | COL.4      |         |
|      |         |                   |            | mg kg <sup>-1</sup> |            |         |
| BQ1  | CN      | 73,00 a A         | 58,84 a A  | 65,26 a A           | 33,21 a A  | 57,98 a |
|      | AGR     | 67,97 a AB        | 90,24 a A  | 16,38 a B           | 29,66 a AB | 51,06 a |
|      | Média   | 70,49 a           | 74,54 a    | 40,82 a             | 31,43 a    |         |
| BQ2  | CN      | 60,17 a A         | 51,14 a A  | 57,65 a A           | 14,68 a A  | 45,91 a |
|      | AGR     | 61,14 a A         | 45,22 a A  | 71,30 a A           | 31,00 a A  | 52,16 a |
|      | Média   | 60,65 a           | 48,18 a    | 64,47 a             | 22,84 a    |         |
| CAR  | CN      | 126,93 a A        | 87,97 a AB | 37,38 a B           | 57,95 a AB | 77,56 a |
|      | AGR     | 114,70 a A        | 65,91 a AB | 40,61 a B           | 51,43 a AB | 68,16 a |
|      | Média   | 120,81 a          | 76,94 ab   | 39,00 b             | 54,69 ab   |         |
| SC   | CN      | 73,49 a A         | 60,99 b A  | 31,12 a A           | 12,37 a A  | 12,37 b |
|      | AGR     | 114,42 a A        | 118,23 a A | 35,26 a B           | 28,40 a B  | 74,08 a |
|      | Média   | 93,95 a           | 89,61 a    | 33,69 b             | 20,39 b    |         |
| PAR  | CN      | 175,87 a A        | 71,85 a B  | 36,30 a B           | 70,64 a B  | 88,66 a |
|      | AGR     | 129,70 a A        | 77,18 a AB | 27,11 a B           | 47,83 a B  | 70,46 a |
|      | Média   | 152,79 a          | 74,51 b    | 31,71 b             | 59,24 b    |         |
| SER  | CN      | 72,65 a A         | 75,43 a A  | 22,66 a A           | 41,73 a A  | 53,12 a |
|      | AGR     | 94,77 a A         | 83,29 a A  | 12,88 a B           | 33,33 a AB | 56,07 a |
|      | Média   | 83,71 a           | 79,36 a    | 17,77 b             | 37,53 ab   |         |
| ST1  | CN      | 86,46 a A         | 50,63 a AB | 13,94 a B           | 22,84 a AB | 43,46 a |
|      | AGR     | 79,87 a A         | 17,40 a A  | 19,13 a A           | 22,81 a A  | 34,80 a |
|      | Média   | 83,13 a           | 34,02 b    | 16,53 b             | 22,82 b    |         |
| ST2  | CN      | 164,66 a A        | 37,04 a B  | 29,29 a B           | 56,90 a B  | 71,97 a |
|      | AGR     | 131,33 a A        | 40,26 a B  | 39,47 a B           | 46,67 a B  | 64,43 a |
|      | Média   | 148,00 a          | 38,65 b    | 34,38 b             | 51,78 b    |         |
| ST3  | CN      | 138,60 a A        | 108,00 a A | 33,77 a B           | 31,30 a B  | 77,92 a |
|      | AGR     | 133,45 a A        | 83,26 a AB | 29,09 a B           | 40,45 a B  | 71,56 a |
|      | Média   | 136,03 a          | 95,63 a    | 31,43 b             | 35,87 b    |         |
| ST4  | CN      | 53,38 a A         | 88,91 a A  | 27,80 a A           | 20,97 a A  | 47,76 a |
|      | AGR     | 69,73 a A         | 84,51 a A  | 52,28 a A           | 22,72 a A  | 57,31 a |
|      | Média   | 61,56 ab          | 86,71 a    | 40,04 ab            | 21,84 b    |         |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4.

Na camada de 10-20 cm (Tabela 14), a diferença significativa foi observada apenas na área ST3 na EST2. As semelhanças entre CN e AGR, podem estar relacionadas à maior inserção de raízes e, conseqüentemente, liberação de carboidratos e exsudatos. Esta liberação

depende de vários fatores, entre os quais, as condições de estresse em que são submetidos os solos, como também à quantidade e composição da vegetação nativa presente na área (JONES, 1998).

Tabela 14. Carbono solúvel em água (CSA) do solo na camada de 10-20 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA                | COBERT. | ESTAÇÃO DE COLETA |            |           |            | Média   |
|---------------------|---------|-------------------|------------|-----------|------------|---------|
|                     |         | COL.1             | COL.2      | COL.3     | COL.4      |         |
| mg kg <sup>-1</sup> |         |                   |            |           |            |         |
| BQ1                 | CN      | 82,56 a A         | 60,05 a A  | 51,96 a A | 25,46 a A  | 46,51 a |
|                     | AGR     | 71,49 a A         | 63,70 a A  | 31,62 a A | 23,67 a A  | 47,62 a |
|                     | Média   | 77,03 a           | 61,88 ab   | 44,79 ab  | 24,56 b    |         |
| BQ2                 | CN      | 34,76 a A         | 57,36 a A  | 58,28 a A | 19,42 a A  | 42,46 a |
|                     | AGR     | 28,47 a A         | 37,80 a A  | 55,10 a A | 47,94 a A  | 42,33 a |
|                     | Média   | 31,62 a           | 47,58 a    | 56,69 a   | 31,62 a    |         |
| CAR                 | CN      | 138,85 a A        | 70,49 a B  | 38,26 a B | 51,57 a B  | 74,82 a |
|                     | AGR     | 86,96 b A         | 53,92 a AB | 25,32 a B | 39,51 a AB | 51,43 b |
|                     | Média   | 112,90 a          | 62,21 b    | 45,54 b   | 31,84 b    |         |
| SC                  | CN      | 63,25 a A         | 65,28 a A  | 46,37 a A | 18,37 a A  | 48,32 a |
|                     | AGR     | 85,27 a A         | 74,58 a A  | 57,24 a A | 29,15 a A  | 61,56 a |
|                     | Média   | 74,26 a           | 69,93 a    | 51,81 ab  | 23,76 b    |         |
| PAR                 | CN      | 119,51 a A        | 51,69 a B  | 31,83 a B | 31,96 a B  | 58,75 a |
|                     | AGR     | 125,88 a A        | 46,41 a B  | 20,87 a B | 39,94 a B  | 58,27 a |
|                     | Média   | 122,69 a          | 49,05 b    | 26,35 b   | 35,95 b    |         |
| SER                 | CN      | 71,04 a AB        | 76,10 a A  | 16,00 a B | 37,96 a AB | 50,27 a |
|                     | AGR     | 84,89 a A         | 69,21 a AB | 12,38 a B | 32,59 a AB | 49,77 a |
|                     | Média   | 77,96 a           | 72,65 ab   | 14,19 c   | 35,27 bc   |         |
| ST1                 | CN      | 59,17 a A         | 48,37 a A  | 11,91 a A | 13,73 a A  | 33,29 a |
|                     | AGR     | 79,56 a A         | 24,98 a AB | 18,89 a B | 19,80 a B  | 35,80 a |
|                     | Média   | 69,36 a           | 36,67 ab   | 15,40 ab  | 16,76 b    |         |
| ST2                 | CN      | 153,76 a A        | 37,33 a B  | 16,14 a B | 56,90 a B  | 66,03 a |
|                     | AGR     | 130,42 a A        | 34,40 a B  | 26,55 a B | 34,09 a B  | 56,36 a |
|                     | Média   | 142,09 a          | 35,86 b    | 21,34 b   | 45,49 b    |         |
| ST3                 | CN      | 132,84 a A        | 29,42 b B  | 25,72 a B | 24,22 a B  | 53,05 a |
|                     | AGR     | 127,39 a A        | 81,69 a AB | 25,58 a B | 26,71 a B  | 65,34 a |
|                     | Média   | 130,12 a          | 55,55 b    | 25,65 b   | 25,46 b    |         |
| ST4                 | CN      | 52,88 a A         | 73,08 a A  | 25,58 a A | 18,47 a A  | 42,50 a |
|                     | AGR     | 66,46 a AB        | 103,96 a A | 41,72 a B | 21,47 a B  | 58,40 a |
|                     | Média   | 59,67 ab          | 88,52 a    | 33,65 b   | 19,97 b    |         |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4.

Na camada de 10-20 cm, as áreas de CAR, PAR, SER, ST1, ST2, ST3 e ST4 diferiram significativamente entre as estações de coleta. Como nas camadas superiores, também a presença de umidade do solo não foi responsável por incrementar maiores teores de CSA no solo. Demonstrando que fatores relacionados a vegetação interferem na disponibilidade de compostos solúveis no solo.

### **3.3.3 Carbono da biomassa microbiana (CBM)**

Na camada superficial (0-5 cm) as áreas BQ1, CAR, SC, ST1, ST2 e ST3 apresentaram diferença significativa para o CBM da CN e no uso AGR (Tabela 15). Em maioria, as áreas tiveram valores superiores em CN, que de modo geral, solos com vegetação nativa têm valores superiores de CBM, visto que, sob condições naturais, o aporte variado de substratos orgânicos proporciona diferentes graus de decomposição, em função de uma vegetação com maior diversidade de espécies (GAMA-RODRIGUES et al., 2008; LOPES et al., 2012).

Considerando as estações de coletas, as áreas CAR, SC, PAR, SER, ST1, ST2 e ST3 apresentaram diferenças significativas. Vale ressaltar que a biomassa microbiana está intimamente relacionada às flutuações sazonais de umidade e temperatura, associadas ao cultivo e ao manejo empregado (GAMA-RODRIGUES; GAMA-RODRIGUES, 2008), sendo justificadas pelas oscilações observadas entre as estações secas e chuvosas nestas áreas de estudo.

Na camada 5-10 cm (Tabela 16), diferenças significativas foram observadas entre CN e uso AGR em todas as áreas, com exceção de ST2 e ST4. Da mesma forma, na camada 10-20 cm (Tabela 17), todas as áreas apresentaram diferenças significativas entre as coberturas do solo, exceto em BQ1. Com base nos dados avaliados nas camadas 0-5, 5-10 e 10-20 cm, nas áreas que apresentam diferenças estatísticas, o CBM apresentou maiores teores na primeira camada para CN, e nas camadas subsuperficiais, os maiores valores foram encontrados em áreas de uso AGR.

Tabela 15. Carbono da biomassa microbiana (CBM) do solo na camada de 0-5 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA | COBERT. | ESTAÇÃO DE COLETA   |             |            |             | Média    |
|------|---------|---------------------|-------------|------------|-------------|----------|
|      |         | COL.1               | COL.2       | COL.3      | COL.4       |          |
|      |         | mg kg <sup>-1</sup> |             |            |             |          |
| BQ1  | CN      | 67,34 a A           | 166,78 a A  | 229,88 a A | 86,37 a A   | 137,59 a |
|      | AGR     | 80,80 a A           | 143,29 a A  | 46,44 b A  | 54,16 a A   | 81,17 a  |
|      | Média   | 74,07 a             | 155,03 a    | 138,16 a   | 70,26 a     |          |
| BQ2  | CN      | 53,87 a A           | 140,94 a A  | 76,62 a A  | 74,66 a A   | 86,52 a  |
|      | AGR     | 161,61 a A          | 68,15 a A   | 74,30 a A  | 55,63 a A   | 89,92 a  |
|      | Média   | 107,74 a            | 104,54 a    | 75,46 a    | 65,14 a     |          |
| CAR  | CN      | 533,38 a A          | 192,94 a B  | 238,34 a B | 230,65 a B  | 298,83 a |
|      | AGR     | 197,21 b A          | 173,16 a A  | 239,11 a A | 136,22 a A  | 186,42 b |
|      | Média   | 365,29 a            | 183,05 b    | 238,72 ab  | 183,44 b    |          |
| SC   | CN      | 27,65 b B           | 319,68 a A  | 273,31 a A | 171,93 a AB | 198,14 a |
|      | AGR     | 287,75 a A          | 166,50 b A  | 182,78 a A | 177,37 a A  | 203,60 a |
|      | Média   | 157,70 a            | 243,09 a    | 228,04 a   | 174,65 a    |          |
| PAR  | CN      | 517,82 a A          | 231,93 a B  | 299,84 a B | 244,30 a B  | 323,47 a |
|      | AGR     | 561,94 a A          | 295,08 a B  | 309,05 a B | 153,47 a B  | 329,88 a |
|      | Média   | 539,88 a            | 263,51 b    | 304,45 b   | 198,88 b    |          |
| SER  | CN      | 157,90 a A          | 47,67 a A   | 219,03 a A | 52,63 a A   | 119,31 b |
|      | AGR     | 502,10 a A          | 153,21 a A  | 133,09 a B | 145,89 a B  | 233,57 a |
|      | Média   | 330,00 a            | 100,44 b    | 176,06 b   | 99,26 b     |          |
| ST1  | CN      | 136,19 a AB         | 177,60 a AB | 283,73 a A | 73,07 a B   | 167,65 a |
|      | AGR     | 267,85 a A          | 88,91 a AB  | 121,21 b   | 65,90 a B   | 135,97 a |
|      | Média   | 202,02 a            | 133,25 a    | 202,47 a   | 69,48 a     |          |
| ST2  | CN      | 663,78 a A          | 425,65 a B  | 187,64 a C | 161,30 a C  | 359,59 a |
|      | AGR     | 109,13 b C          | 235,68 b AB | 322,27 a A | 172,51 a AB | 209,90 b |
|      | Média   | 386,45 a            | 330,67 a    | 254,95 ab  | 166,90 b    |          |
| ST3  | CN      | 103,47 a A          | 153,44 a A  | 178,80 b A | 122,15 a A  | 139,46 a |
|      | AGR     | 304,42 a AB         | 190,82 a AB | 376,17 a A | 55,62 a B   | 206,76 a |
|      | Média   | 153,94 ab           | 172,13 ab   | 277,48 a   | 88,89 b     |          |
| ST4  | CN      | 173,16 a A          | 276,09 a A  | 141,41 a A | 117,11 a A  | 176,94 a |
|      | AGR     | 161,35 a A          | 215,62 a A  | 81,67 a A  | 111,19 a A  | 142,45 a |
|      | Média   | 167,25 a            | 245,85 a    | 111,54 a   | 114,15 a    |          |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4.

Tabela 16. Carbono da biomassa microbiana (CBM) do solo na camada de 5-10 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA | COBERT. | ESTAÇÃO DE COLETA |                |                     |             | Média    |
|------|---------|-------------------|----------------|---------------------|-------------|----------|
|      |         | COL.1             | COL.2          | COL.3               | COL.4       |          |
|      |         |                   |                | mg kg <sup>-1</sup> |             |          |
| BQ1  | CN      | 65,09 a A         | 129,20 a A     | 155,58 a A          | 85,64 a A   | 108,87 a |
|      | AGR     | 56,11 a A         | 155,03 a A     | 47,45 b A           | 75,39 a A   | 83,49 a  |
|      | Média   | 60,60 a           | 142,11 a       | 101,51 a            | 80,51 a     |          |
| BQ2  | CN      | 49,38 b A         | 143,19 a A     | 71,98 a A           | 72,46 a A   | 84,25 b  |
|      | AGR     | 168,35 a A        | 234,91 a A     | 139,32 a AB         | 23,42 a B   | 141,50 a |
|      | Média   | 108,86 a          | 189,05 a       | 105,65 ab           | 47,94 b     |          |
| CAR  | CN      | 476,54 a A        | 304,16 a B     | 145,27 a C          | 159,45 a C  | 271,35 a |
|      | AGR     | 226,07 b A        | 137,64 b A     | 161,61 a A          | 156,35 a A  | 170,42 b |
|      | Média   | 351,30 a          | 220,90 b       | 153,44 b            | 157,90 b    |          |
| SC   | CN      | 290,26 a A        | 167,51 a A     | 221,93 a A          | 159,03 a A  | 160,51 a |
|      | AGR     | 93,56 a A         | 86,58 a B      | 114,08 a B          | 68,77 a B   | 139,92 a |
|      | Média   | 191,91 a          | 127,04 a       | 168,00 a            | 113,90 a    |          |
| PAR  | CN      | 285,61 b A        | 172,84 b A     | 231,79 a A          | 166,00 a A  | 214,06 b |
|      | AGR     | 443,51 a A        | 312,65 a<br>AB | 236,75 a B          | 184,79 a C  | 294,42 a |
|      | Média   | 364,56 a          | 242,74 b       | 234,27 b            | 175,40 b    |          |
| SER  | CN      | 54,20 b A         | 181,59 a A     | 148,85 a A          | 117,40 a A  | 125,51 b |
|      | AGR     | 315,05 a A        | 162,93 a B     | 121,21 a B          | 136,23 a B  | 183,85 a |
|      | Média   | 184,62 a          | 172,26 a       | 135,03 a            | 126,81 a    |          |
| ST1  | CN      | 145,27 a A        | 170,60 a A     | 112,37 a A          | 144,71 a A  | 132,73 a |
|      | AGR     | 86,25 a A         | 44,03 b A      | 70,37 a A           | 70,20 a A   | 78,21 b  |
|      | Média   | 115,76 a          | 107,31 a       | 91,37 a             | 107,45 a    |          |
| ST2  | CN      | 155,21 a B        | 299,87 a A     | 288,60 a AB         | 167,56 a AB | 227,81 a |
|      | AGR     | 104,49 a B        | 215,48 a<br>AB | 339,10 a A          | 245,15 a AB | 226,05 a |
|      | Média   | 129,85 c          | 257,68 ab      | 313,85 a            | 206,35 bc   |          |
| ST3  | CN      | 160,13 a A        | 51,06 b A      | 151,51 b A          | 57,94 a A   | 105,16 b |
|      | AGR     | 129,87 a B        | 163,17 a B     | 399,39 a A          | 107,59 a B  | 200,00 a |
|      | Média   | 145,00 b          | 107,11 b       | 275,45 a            | 82,71 b     |          |
| ST4  | CN      | 192,40 a A        | 231,38 a A     | 135,39 a A          | 166,89 a A  | 181,51 a |
|      | AGR     | 236,40 a A        | 188,42 a<br>AB | 73,07 a B           | 169,81 a AB | 166,92 b |
|      | Média   | 214,40 a          | 209,90 a       | 104,23 b            | 168,35 ab   |          |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Com base em compilação de dados obtidos para solos brasileiros, os valores de CBM em sistemas sob vegetação natural variam entre 101 e 1.520 mg C kg<sup>-1</sup> de solo. Contudo, em ambientes com teores muito baixos de COT, são encontrados valores inferiores a 350 mg C kg<sup>-1</sup> de solo (ROSCOE et al., 2006), como observado nos solos avaliados neste estudo.

Tabela 17. Carbono da biomassa microbiana (CBM) do solo na camada de 10-20 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA | COBERT. | ESTAÇÃO DE COLETA   |             |             |             | Média    |
|------|---------|---------------------|-------------|-------------|-------------|----------|
|      |         | COL.1               | COL.2       | COL.3       | COL.4       |          |
|      |         | mg kg <sup>-1</sup> |             |             |             |          |
| BQ1  | CN      | 58,36 a A           | 138,59 a A  | 67,34 a A   | 111,26 a A  | 93,88 a  |
|      | AGR     | 51,63 a B           | 190,27 a A  | 79,86 a AB  | 152,24 a AB | 118,50 a |
|      | Média   | 54,99 b             | 164,43 a    | 73,60 b     | 131,75 ab   |          |
| BQ2  | CN      | 49,38 a B           | 142,08 a AB | 192,73 a A  | 89,30 a AB  | 118,37 a |
|      | AGR     | 71,83 a AB          | 164,43 a A  | 25,54 b B   | 29,28 a B   | 72,70 b  |
|      | Média   | 60,60 b             | 153,25 a    | 109,13 ab   | 59,29 b     |          |
| CAR  | CN      | 348,73 a A          | 229,26 a AB | 226,99 b B  | 114,55 a B  | 229,88 a |
|      | AGR     | 240,50 b AB         | 195,36 a AB | 316,85 a A  | 160,99 a B  | 228,42 a |
|      | Média   | 294,61 a            | 212,31 ab   | 271,92 a    | 137,77 b    |          |
| SC   | CN      | 246,13 a A          | 73,29 b B   | 209,14 a A  | 84,74 a B   | 153,33 a |
|      | AGR     | 148,61 b A          | 177,56 a A  | 147,35 a A  | 127,51 a A  | 150,26 a |
|      | Média   | 197,37 a            | 125,42 ab   | 178,25 ab   | 106,13 b    |          |
| PAR  | CN      | 332,05 a A          | 61,29 b C   | 255,18 a AB | 158,17 a BC | 201,67 a |
|      | AGR     | 262,39 a A          | 233,80 a AB | 260,85 a A  | 123,72 a B  | 220,19 a |
|      | Média   | 287,22 a            | 147,54 b    | 258,01 a    | 140,94 b    |          |
| SER  | CN      | 45,67 b B           | 245,15 a A  | 72,64 b B   | 105,27 a B  | 117,18 b |
|      | AGR     | 216,80 a A          | 147,54 b A  | 167,99 a A  | 131,58 a A  | 165,98 a |
|      | Média   | 131,24 a            | 196,34 a    | 120,31 a    | 118,42 a    |          |
| ST1  | CN      | 123,57 a A          | 52,23 a A   | 158,89 a A  | 161,90 a A  | 124,89 a |
|      | AGR     | 122,57 a A          | 54,61 a A   | 71,03 b A   | 47,28 b A   | 73,87 b  |
|      | Média   | 123,07 a            | 53,42 a     | 114,96 a    | 104,59 a    |          |
| ST2  | CN      | 177,38 a BC         | 309,76 a A  | 271,76 a AB | 65,77 b C   | 206,17 a |
|      | AGR     | 44,11 b B           | 95,34 b B   | 303,03 a A  | 163,43 a B  | 151,47 b |
|      | Média   | 110,57 b            | 202,55 a    | 287,39 a    | 114,60 b    |          |
| ST3  | CN      | 128,11 b A          | 75,76 a A   | 134,68 b A  | 39,15 a A   | 195,19 a |
|      | AGR     | 233,29 a B          | 62,16 a C   | 354,56 a A  | 120,77 a BC | 94,42 b  |
|      | Média   | 180,70 a            | 68,96 b     | 249,62 a    | 79,96 b     |          |
| ST4  | CN      | 144,30 a A          | 244,75 a A  | 177,30 a A  | 146,39 a A  | 178,19 a |
|      | AGR     | 150,28 a AB         | 262,14 a A  | 85,96 b B   | 131,75 a B  | 157,53 a |
|      | Média   | 147,29 b            | 253,45 a    | 131,64 b    | 139,07 b    |          |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

No entanto, para algumas áreas com textura média a argilosa, os teores de CBM foram maiores que  $350 \text{ C kg}^{-1}$  de solo, com  $663,78 \text{ C kg}^{-1}$  de solo com textura média na área ST2, camada 0-5cm;  $476,54 \text{ C kg}^{-1}$  de solo com textura argilosa em CAR, camada 5-10cm e  $354,56 \text{ C kg}^{-1}$  de solo com textura argilosa em ST3 na camada 10-20cm.

Considerando todas camadas avaliadas, algumas áreas apresentaram diferenças significativas entre as estações de coleta, contudo, semelhanças foram encontradas entre os períodos secos e chuvosos nas áreas estudadas. Estas variações encontradas ao longo do tempo (Coletas) discordam dos resultados apresentados por Fall et al. (2012), que verificaram menores valores para CBM durante a época seca, atribuindo o resultado à menor disponibilidade hídrica. As diferenças encontradas entre as coberturas, bem como entre as estações de coletas, podem estar relacionados a fatores que promovem a maior atividade microbiana como à qualidade da matéria orgânica do solo, bem como à variação no potencial de água e de substratos carbonáceos no solo (FORD et al., 2007), demonstrando que o fator umidade não é considerado como fator limitante para atividade microbiana nestes solos.

### **3.3.4 Respiração basal do solo (RBS)**

Os valores de RBS na camada 0-5cm para CN e AGR diferiram nas áreas BQ1, BQ2, CAR e ST2 (Tabela 18). Estes resultados discordam de Alves et al. (2011) onde estudaram a influência de diferentes sistemas de cobertura do solo na atividade microbiana e não observaram diferenças significativas de RBS entre áreas de vegetação nativa, vegetação nativa em recuperação e lavoura-pecuária. Da mesma forma, Silva et al. (2010) concluíram que a RBS não foi um indicador eficiente para refletir o efeito das coberturas nas áreas de cerrado nativo e cultivos convencionais avaliadas.

Nas camadas de 5-10 cm e 10-20 cm (Tabelas 19 e 20), as diferenças entre as coberturas foram observadas nas áreas de BQ1, BQ2, ST3 na camada 5-10cm, e BQ1, BQ2, SER e ST3 na camada 10-20 cm. Estes resultados diferem daqueles observados por Pezarico et al. (2013), que não obtiveram diferença significativa entre RBS nas camadas de 0-10 e 10-20 cm em mata nativa, sistema agroflorestal e cultivo convencional. Da mesma forma, Silva et al. (2010) concluíram que a RBS não foi um indicador eficiente para refletir o efeito das coberturas nas áreas de cerrado nativo e cultivos convencionais avaliadas.

Tabela 18. Respiração basal do solo (RBS) na camada de 0-5 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA | COBER<br>T. | ESTAÇÃO DE COLETA |            |                     |             | Média       |
|------|-------------|-------------------|------------|---------------------|-------------|-------------|
|      |             | COL.1             | COL.2      | COL.3               | COL.4       |             |
|      |             |                   |            | mg kg <sup>-1</sup> |             |             |
| BQ1  | CN          | 145,35 b A        | 97,77 a A  | 152,38 a A          | 69,89 a A   | 116,35 a    |
|      | AGR         | 294,68 a A        | 92,66 a B  | 57,05 a B           | 43,26 a B   | 121,91 a    |
|      | Média       | 220,01 a          | 95,22 b    | 104,71 b            | 56,57 b     |             |
| BQ2  | CN          | 154,23 a AB       | 66,35 a B  | 215,51 a A          | 94,18 a AB  | 132,57<br>a |
|      | AGR         | 169,54 a A        | 90,66 a A  | 104,99 b A          | 87,33 a A   | 113,13 a    |
|      | Média       | 161,88 a          | 78,51 a    | 160,25 a            | 90,75 a     |             |
| CAR  | CN          | 149,93 b A        | 111,43 a A | 229,80 a A          | 204,27 a A  | 173,86 a    |
|      | AGR         | 333,25 a A        | 151,80 a B | 120,59 b B          | 111,37 a B  | 179,25 a    |
|      | Média       | 241,59 a          | 131,61 b   | 175,19 ab           | 157,82 ab   |             |
| SC   | CN          | 162,54 a A        | 156,63 a A | 156,48 a A          | 81,93 a A   | 139,39 a    |
|      | AGR         | 183,67 a A        | 125,14 a A | 108,89 a A          | 115,42 a A  | 133,28 a    |
|      | Média       | 173,10 a          | 140,88 a   | 132,68 a            | 96,67 a     |             |
| PAR  | CN          | 321,52 a A        | 164,42 a B | 223,55 a AB         | 243,27 a AB | 238,19 a    |
|      | AGR         | 343,69 a A        | 112,00 a B | 131,76 a B          | 191,17 a B  | 194,65 a    |
|      | Média       | 332,61 a          | 138,21 b   | 177,65 b            | 217,22 b    |             |
| SER  | CN          | 194,80 a A        | 165,03 a A | 136,99 a A          | 124,56 a A  | 155,34 a    |
|      | AGR         | 216,80 a A        | 127,66 a A | 132,55 a A          | 124,30 a A  | 150,33 a    |
|      | Média       | 205,80 a          | 146,35 a   | 134,77 a            | 124,43 a    |             |
| ST1  | CN          | 256,16 a A        | 64,11 a C  | 127,77 a AB         | 176,81 a AB | 156,21 a    |
|      | AGR         | 322,33 a A        | 82,25 a B  | 31,84 a B           | 80,35 a B   | 129,19 a    |
|      | Média       | 289,24 a          | 73,18 b    | 79,81 b             | 128,58 b    |             |
| ST2  | CN          | 285,64 a A        | 125,34 a B | 266,75 a A          | 240,55 a AB | 229,57 a    |
|      | AGR         | 280,28 a A        | 103,45 a B | 161,09 b            | 133,78 b B  | 169,65 b    |
|      | Média       | 282,96 a          | 114,39 c   | 213,92 ab           | 187,16 bc   |             |
| ST3  | CN          | 336,80 a A        | 170,82 a B | 127,07 a B          | 129,79 a B  | 191,12 a    |
|      | AGR         | 330,87 a A        | 120,66 a B | 136,77 a B          | 126,15 a B  | 178,61 a    |
|      | Média       | 333,83 a          | 145,74 b   | 131,92 b            | 127,97 b    |             |
| ST4  | CN          | 264,22 a A        | 152,79 a A | 227,63 a A          | 142,82 a A  | 196,86 a    |
|      | AGR         | 227,07 a A        | 144,33 a A | 150,32 a A          | 103,57 a A  | 156,32 a    |
|      | Média       | 245,64 a          | 148,56 b   | 188,98 ab           | 123,19 b    |             |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Em relação aos períodos de coletas, as áreas BQ1, BQ2, PAR, ST2 e ST3 apresentaram diferenças significativas nas camadas avaliadas no presente estudo.

Tabela 19. Respiração basal do solo (RBS) na camada de 5-10 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA                | COBERT. | ESTAÇÃO DE COLETA |             |             |             |          |
|---------------------|---------|-------------------|-------------|-------------|-------------|----------|
|                     |         | COL.1             | COL.2       | COL.3       | COL.4       | Média    |
| mg kg <sup>-1</sup> |         |                   |             |             |             |          |
| BQ1                 | CN      | 161,19 b A        | 133,45 a AB | 85,52 a AB  | 44,46 a B   | 106,15 b |
|                     | AGR     | 336,65 a A        | 41,86 b B   | 128,71 a B  | 83,13 a B   | 147,59 a |
|                     | Média   | 248,92 a          | 87,66 b     | 107,11 b    | 63,79 b     |          |
| BQ2                 | CN      | 223,18 a A        | 94,00 a B   | 76,48 a B   | 46,92 a B   | 110,14 a |
|                     | AGR     | 134,66 b A        | 83,75 a A   | 61,32 a A   | 63,14 a A   | 85,72 a  |
|                     | Média   | 178,92 a          | 88,87 b     | 68,90 b     | 55,03 b     |          |
| CAR                 | CN      | 270,08 a A        | 155,00 a B  | 179,88 a AB | 117,32 a B  | 180,57 a |
|                     | AGR     | 229,49 a A        | 73,73 a B   | 121,01 a AB | 119,61 a AB | 135,96 b |
|                     | Média   | 249,78 a          | 114,36 b    | 150,45 b    | 118,47 b    |          |
| SC                  | CN      | 173,43 a A        | 123,33 a A  | 106,55 a A  | 103,46 a A  | 126,29 a |
|                     | AGR     | 183,37 a A        | 139,04 a A  | 86,56 a A   | 80,87 a A   | 122,46 a |
|                     | Média   | 178,40 a          | 131,18 ab   | 96,55 b     | 92,17 b     |          |
| PAR                 | CN      | 205,71 a A        | 128,66 a A  | 206,77 a A  | 173,76 a A  | 178,72 a |
|                     | AGR     | 212,72 a A        | 63,98 a B   | 185,64 a A  | 141,72 a AB | 151,01 a |
|                     | Média   | 209,21 a          | 96,32 b     | 196,20 a    | 157,74 ab   |          |
| SER                 | CN      | 2262,42 a A       | 53,65 a B   | 94,06 a B   | 90,55 a B   | 125,17 a |
|                     | AGR     | 214,71 a A        | 146,89 a A  | 135,45 a A  | 126,85 a A  | 155,97 a |
|                     | Média   | 238,56 a          | 100,27 b    | 114,76 b    | 108,70 b    |          |
| ST1                 | CN      | 153,16 a A        | 89,33 a A   | 126,74 a A  | 119,69 a A  | 122,23 a |
|                     | AGR     | 188,07 a A        | 73,35 a B   | 65,01 a B   | 73,91 a B   | 100,08 a |
|                     | Média   | 170,61 a          | 81,34 b     | 95,87 ab    | 96,80 ab    |          |
| ST2                 | CN      | 248,82 a A        | 87,37 a B   | 122,62 a B  | 147,50 a AB | 151,58 a |
|                     | AGR     | 187,93 a A        | 86,84 a A   | 141,33 a A  | 130,72 a A  | 136,72 a |
|                     | Média   | 218,41 a          | 87,10 b     | 131,97 b    | 139,11 ab   |          |
| ST3                 | CN      | 266,36 a A        | 115,58 a B  | 121,22 a B  | 76,59 a B   | 144,94 a |
|                     | AGR     | 165,34 b A        | 131,87 a AB | 29,72 b B   | 89,39 a AB  | 106,33 a |
|                     | Média   | 215,85 a          | 123,73 b    | 80,47 b     | 82,49 b     |          |
| ST4                 | CN      | 185,37 a A        | 63,32 a B   | 166,46 a AB | 82,20 a AB  | 124,34 a |
|                     | AGR     | 234,33 a A        | 94,14 a B   | 106,76 a B  | 63,39 a B   | 125,65 a |
|                     | Média   | 209,85 a          | 78,73 b     | 136,61 ab   | 72,80 b     |          |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Semelhanças entre os períodos secos e chuvosos foram encontrados, sugerindo que as taxas de RBS podem estar relacionadas tanto como resultado da oferta de grandes quantidades de C lábil, como pode ocorrer nas de áreas de CN ou em resposta a fatores estressantes nos usos agrícolas em função da substituição da vegetação nativa (ISLAM; WEIL, 2000), bem como ao estresse provocado por estações de seca prolongada.

Tabela 20. Respiração basal do solo (RBS) na camada de 10-20 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA | COBERT. | ESTAÇÃO DE COLETA   |             |             |             |          | Média |
|------|---------|---------------------|-------------|-------------|-------------|----------|-------|
|      |         | COL.1               | COL.2       | COL.3       | COL.4       | Média    |       |
|      |         | mg kg <sup>-1</sup> |             |             |             |          |       |
| BQ1  | CN      | 185,54 b A          | 70,55 a B   | 87,97 a AB  | 52,45 a B   | 99,13 a  |       |
|      | AGR     | 286,76 a A          | 115,55 a B  | 69,08 a B   | 41,01 a B   | 128,10 a |       |
|      | Média   | 236,15 a            | 93,05 b     | 78,52 b     | 46,73 b     |          |       |
| BQ2  | CN      | 210,09 a A          | 85,69 a B   | 84,61 a B   | 66,85 a B   | 111,81 a |       |
|      | AGR     | 98,70 b A           | 72,24 a A   | 83,78 a A   | 64,72 a A   | 79,86 a  |       |
|      | Média   | 154,40 a            | 78,96 b     | 84,19 ab    | 65,78 b     |          |       |
| CAR  | CN      | 106,98 a A          | 161,58 a A  | 77,24 a A   | 79,21 a A   | 106,25 a |       |
|      | AGR     | 146,98 a A          | 93,51 a A   | 115,46 a A  | 95,66 a A   | 112,90 a |       |
|      | Média   | 126,98 a            | 127,54 a    | 96,35 a     | 87,43 a     |          |       |
| SC   | CN      | 184,04 a A          | 52,98 a B   | 125,25 a AB | 106,93 a AB | 117,30 a |       |
|      | AGR     | 192,69 a A          | 93,51 a AB  | 107,99 a AB | 83,05 a B   | 119,31 a |       |
|      | Média   | 188,37 a            | 73,25 b     | 116,62 ab   | 94,99 b     |          |       |
| PAR  | CN      | 185,96 a A          | 102,23 a A  | 155,65 a A  | 118,86 a A  | 140,68 a |       |
|      | AGR     | 206,01 a A          | 82,69 a B   | 209,46 a A  | 85,75 a B   | 145,98 a |       |
|      | Média   | 195,98 a            | 92,46 b     | 182,56 a    | 102,31 b    |          |       |
| SER  | CN      | 230,32 b A          | 83,45 b B   | 96,99 a B   | 76,41 a B   | 121,79 a |       |
|      | AGR     | 311,49 a A          | 165,75 a B  | 47,71 a C   | 40,52 a C   | 141,37 a |       |
|      | Média   | 270,90 a            | 124,60 b    | 72,35 b     | 58,46 b     |          |       |
| ST1  | CN      | 173,82 a A          | 84,29 a A   | 157,12 a A  | 116,59 a A  | 132,96 a |       |
|      | AGR     | 146,09 a A          | 53,78 a A   | 47,02 b A   | 64,01 a A   | 77,72 b  |       |
|      | Média   | 159,95 a            | 69,03 b     | 102,07 ab   | 90,30 ab    |          |       |
| ST2  | CN      | 181,64 a A          | 130,92 a AB | 65,40 a B   | 153,57 a AB | 132,88 a |       |
|      | AGR     | 135,99 a A          | 104,20 a A  | 96,62 a A   | 117,19 a A  | 113,50 a |       |
|      | Média   | 158,81 a            | 117,56 ab   | 81,01 b     | 135,38 ab   |          |       |
| ST3  | CN      | 138,56 b A          | 128,95 a A  | 91,11 a A   | 94,32 a A   | 113,24 a |       |
|      | AGR     | 234,96 a A          | 93,66 a B   | 120,20 a B  | 92,05 a B   | 135,22 a |       |
|      | Média   | 186,76 a            | 11,30 b     | 105,65 b    | 93,19 b     |          |       |
| ST4  | CN      | 325,60 a A          | 43,62 a B   | 120,55 a B  | 60,80 a B   | 137,64 a |       |
|      | AGR     | 249,95 a A          | 102,64 a B  | 78,76 a B   | 52,75 a B   | 121,02 a |       |
|      | Média   | 287,78 a            | 73,13 b     | 99,64 b     | 56,77 b     |          |       |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Ainda, pode-se observar em razão dos dados obtidos, que fatores como os estados fisiológicos que se encontram as células microbianas, assim como a umidade e temperatura, estrutura e textura do solo, dentre outros, podem atuar na atividade microbiana em solos sob CN ou uso AGR (SILVA et al., 2010).

### **3.3.5 Quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>)**

Os valores de quociente metabólico na camada 0-5 cm diferiram entre CN e uso AGR nas áreas avaliadas, com exceção de PAR e ST4 (Tabelas 21). Os valores observados no presente estudo, foram superiores aos encontrados por Hueso et al. (2011), avaliando solos do semiárido na Espanha, os quais encontraram valores de qCO<sub>2</sub> entre 0,030 e 0,060 mg CO<sub>2</sub> mg CBM.

Na camada de 5-10 cm (Tabela 22) e 10-20 cm (Tabela 23), as áreas BQ1, BQ2, SER e ST3, apresentaram diferenças significativas em ambas camadas, demonstrando que esta variável foi capaz de identificar as alterações provocadas pela conversão CN em uso AGR.

Os valores de qCO<sub>2</sub> nas coberturas do solo CN e uso AGR em todas as camadas variaram entre as coletas realizadas nas áreas BQ1, BQ2, SER e ST3. Embora também tenham apresentado diferenças entre coberturas do solo, estes resultados discordam dos obtidos por Martins et al. (2010) que, avaliando solos no semiárido Pernambucano, constataram que na estação chuvosa, em razão principalmente da presença de água, os valores de qCO<sub>2</sub> foram reduzidos significativamente. No entanto, o presente estudo apresentou diferenças significativas independente de períodos chuvosos, demonstrando que a eficiência do uso de substrato pelos microrganismos do solo torna-se independente da umidade do solo, podendo esta estar relacionado a qualidade do substrato.

Tabela 21. Quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) na camada de 0-5 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA | COBERT. | ESTAÇÃO DE COLETA                   |            |           |           | Média   |
|------|---------|-------------------------------------|------------|-----------|-----------|---------|
|      |         | COL.1                               | COL.2      | COL.3     | COL.4     |         |
|      |         | mg mg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> |            |           |           |         |
| BQ1  | CN      | 0,070 b A                           | 0,020 a B  | 0,020 a B | 0,023 a B | 0,033 b |
|      | AGR     | 0,110 a A                           | 0,020 a B  | 0,040 a B | 0,023 a B | 0,048 a |
|      | Média   | 0,090 a                             | 0,020 b    | 0,030 b   | 0,023 b   |         |
| BQ2  | CN      | 0,090 a A                           | 0,013 a B  | 0,086 a A | 0,040 a B | 0,057 a |
|      | AGR     | 0,030 b A                           | 0,040 a A  | 0,043 b A | 0,046 a A | 0,040 b |
|      | MÉDIA   | 0,060 a                             | 0,026 b    | 0,065 a   | 0,043 ab  |         |
| CAR  | CN      | 0,010 b A                           | 0,016 a A  | 0,030 a A | 0,026 a A | 0,020 a |
|      | AGR     | 0,053 a A                           | 0,026 a A  | 0,016 a A | 0,026 a A | 0,030 a |
|      | MÉDIA   | 0,031 a                             | 0,021 a    | 0,023 a   | 0,026 a   |         |
| SC   | CN      | 0,176 a A                           | 0,013 a B  | 0,020 a B | 0,013 a B | 0,055 a |
|      | AGR     | 0,020 b A                           | 0,020 a A  | 0,020 a A | 0,020 a A | 0,020 b |
|      | MÉDIA   | 0,098 a                             | 0,016 b    | 0,020 b   | 0,016 b   |         |
| PAR  | CN      | 0,020 a A                           | 0,020 a A  | 0,023 a A | 0,026 a A | 0,022 a |
|      | AGR     | 0,020 a A                           | 0,010 a A  | 0,010 a A | 0,040 a A | 0,020 a |
|      | MÉDIA   | 0,020 a                             | 0,015 a    | 0,016 a   | 0,033 a   |         |
| SER  | CN      | 0,036 a B                           | 0,110 a A  | 0,020 a B | 0,076 a A | 0,060 a |
|      | AGR     | 0,010 a A                           | 0,020 a A  | 0,030 a A | 0,023 b A | 0,022 b |
|      | MÉDIA   | 0,023 c                             | 0,066 a    | 0,025 bc  | 0,050 ab  |         |
| ST1  | CN      | 0,060 a A                           | 0,010 a B  | 0,013 a B | 0,076 a A | 0,040 a |
|      | AGR     | 0,036 a A                           | 0,030 a A  | 0,010 a A | 0,036 b A | 0,028 a |
|      | MÉDIA   | 0,048 a                             | 0,020 b    | 0,011 b   | 0,056 a   |         |
| ST2  | CN      | 0,013 b A                           | 0,010 a A  | 0,046 a A | 0,046 a A | 0,029 a |
|      | AGR     | 0,080 a A                           | 0,010 a B  | 0,016 b B | 0,026 a B | 0,033 a |
|      | MÉDIA   | 0,046 a                             | 0,010 b    | 0,031 ab  | 0,036 a   |         |
| ST3  | CN      | 0,100 a A                           | 0,030 a B  | 0,020 a B | 0,033 b B | 0,045 a |
|      | AGR     | 0,053 b AB                          | 0,020 a BC | 0,010 a C | 0,080 a A | 0,040 a |
|      | MÉDIA   | 0,076 a                             | 0,025 b    | 0,015 b   | 0,056 a   |         |
| ST4  | CN      | 0,050 a A                           | 0,016 a A  | 0,046 a A | 0,036 a A | 0,037 a |
|      | AGR     | 0,046 a A                           | 0,020 a A  | 0,056 a A | 0,026 a A | 0,037 a |
|      | MÉDIA   | 0,048 a                             | 0,018 b    | 0,051 a   | 0,031 ab  |         |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Tabela 22. Quociente microbiano (qCO<sub>2</sub>) na camada de 5-10 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA | COBER<br>T. | ESTAÇÃO DE COLETA                   |            |           |            | Média   |
|------|-------------|-------------------------------------|------------|-----------|------------|---------|
|      |             | COL.1                               | COL.2      | COL.3     | COL.4      |         |
|      |             | mg mg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> |            |           |            |         |
| BQ1  | CN          | 0,076 b A                           | 0,030 a B  | 0,020 b B | 0,016 a B  | 0,035 b |
|      | AGR         | 0,180 a A                           | 0,010 a C  | 0,083 a B | 0,033 a C  | 0,076 a |
|      | Média       | 0,128 a                             | 0,020 b    | 0,051 b   | 0,025 b    |         |
| BQ2  | CN          | 0,136 a A                           | 0,016 a B  | 0,033 a B | 0,020 b B  | 0,051 a |
|      | AGR         | 0,020 b B                           | 0,010 a B  | 0,013 a B | 0,080 a A  | 0,030 b |
|      | MÉDIA       | 0,078 a                             | 0,013 c    | 0,023 bc  | 0,050 ab   |         |
| CAR  | CN          | 0,016 a A                           | 0,013 a A  | 0,036 a A | 0,026 a A  | 0,023 a |
|      | AGR         | 0,030 a A                           | 0,016 a A  | 0,020 a A | 0,023 a A  | 0,022 a |
|      | MÉDIA       | 0,023 a                             | 0,015 a    | 0,028 a   | 0,025 a    |         |
| SC   | CN          | 0,060 a A                           | 0,023 a AB | 0,010 a B | 0,020 a AB | 0,028 a |
|      | AGR         | 0,020 b A                           | 0,050 a A  | 0,020 a A | 0,040 a A  | 0,032 a |
|      | MÉDIA       | 0,040 a                             | 0,036 a    | 0,015 a   | 0,030 a    |         |
| PAR  | CN          | 0,020 a A                           | 0,023 a A  | 0,030 a A | 0,036 a A  | 0,027 a |
|      | AGR         | 0,016 a A                           | 0,010 a A  | 0,023 a A | 0,023 a A  | 0,018 a |
|      | MÉDIA       | 0,018 a                             | 0,016 a    | 0,026 a   | 0,030 a    |         |
| SER  | CN          | 0,156 a A                           | 0,010 a B  | 0,023 a B | 0,023 a B  | 0,053 a |
|      | AGR         | 0,023 b A                           | 0,030 a A  | 0,030 a A | 0,026 a A  | 0,027   |
|      | MÉDIA       | 0,090 a                             | 0,020 b    | 0,026 b   | 0,025 b    |         |
| ST1  | CN          | 0,033 b A                           | 0,016 b A  | 0,046 a A | 0,033 a A  | 0,035 a |
|      | AGR         | 0,066 a A                           | 0,056 a AB | 0,020 b B | 0,030 a AB | 0,043 a |
|      | MÉDIA       | 0,049 a                             | 0,036 a    | 0,038 a   | 0,031      |         |
| ST2  | CN          | 0,050 a A                           | 0,010 a A  | 0,010 a A | 0,026 a A  | 0,024 a |
|      | AGR         | 0,053 a A                           | 0,013 a A  | 0,013 a A | 0,016 a A  | 0,024 a |
|      | MÉDIA       | 0,051 a                             | 0,011 b    | 0,011 b   | 0,021 ab   |         |
| ST3  | CN          | 0,053 a AB                          | 0,070 a A  | 0,026 a B | 0,040 a AB | 0,047 a |
|      | AGR         | 0,036 a A                           | 0,023 b A  | 0,000 a A | 0,026 a A  | 0,021 b |
|      | MÉDIA       | 0,045 a                             | 0,046 a    | 0,013 a   | 0,033 a    |         |
| ST4  | CN          | 0,030 a A                           | 0,010 a A  | 0,036 a A | 0,013 a A  | 0,022 a |
|      | AGR         | 0,030 a A                           | 0,013 a A  | 0,043 a A | 0,010 a A  | 0,024 a |
|      | MÉDIA       | 0,030 a                             | 0,011 a    | 0,040 a   | 0,011 a    |         |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Tabela 23. Quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) na camada de 10-20 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA | COBERT. | ESTAÇÃO DE COLETA                   |            |           |            | Média   |
|------|---------|-------------------------------------|------------|-----------|------------|---------|
|      |         | COL.1                               | COL.2      | COL.3     | COL.4      |         |
|      |         | mg mg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> |            |           |            |         |
| BQ1  | CN      | 0,096 a A                           | 0,013 b B  | 0,043 b B | 0,010 b B  | 0,040 a |
|      | AGR     | 0,166 a A                           | 0,020 a B  | 0,026 a B | 0,010 a B  | 0,055 a |
|      | Média   | 0,131 a                             | 0,016 b    | 0,035 b   | 0,010 b    |         |
| BQ2  | CN      | 0,130 a A                           | 0,020 a B  | 0,010 b B | 0,020 b B  | 0,045 a |
|      | AGR     | 0,040 b BC                          | 0,013 a C  | 0,103 a A | 0,073 a AB | 0,057 a |
|      | MÉDIA   | 0,085 a                             | 0,016 c    | 0,056 ab  | 0,046 bc   |         |
| CAR  | CN      | 0,010 a A                           | 0,023 a A  | 0,010 a A | 0,020 a A  | 0,015 a |
|      | AGR     | 0,020 a A                           | 0,013 a A  | 0,010 a A | 0,016 a A  | 0,015 a |
|      | MÉDIA   | 0,015 a                             | 0,018 a    | 0,010 a   | 0,018 a    |         |
| SC   | CN      | 0,020 a A                           | 0,020 a A  | 0,020 a A | 0,040 a A  | 0,025 a |
|      | AGR     | 0,040 a A                           | 0,016 a A  | 0,020 a A | 0,020 a A  | 0,024 a |
|      | MÉDIA   | 0,030 a                             | 0,018 a    | 0,020 a   | 0,030 a    |         |
| PAR  | CN      | 0,016 a A                           | 0,056 a A  | 0,016 a A | 0,023 a A  | 0,028 a |
|      | AGR     | 0,020 a A                           | 0,010 b A  | 0,026 a A | 0,023 a A  | 0,020 a |
|      | MÉDIA   | 0,018 a                             | 0,033 a    | 0,021 a   | 0,023 a    |         |
| SER  | CN      | 0,163 a A                           | 0,010 a B  | 0,040 a B | 0,020 a B  | 0,058 a |
|      | AGR     | 0,043 b A                           | 0,033 a A  | 0,010 a A | 0,010 a A  | 0,024 b |
|      | MÉDIA   | 0,103 a                             | 0,021 b    | 0,025 b   | 0,015 b    |         |
| ST1  | CN      | 0,046 a A                           | 0,046 a A  | 0,033 a A | 0,023 a A  | 0,037 a |
|      | AGR     | 0,036a A                            | 0,030 a A  | 0,023 a A | 0,040 a A  | 0,032 a |
|      | MÉDIA   | 0,041 a                             | 0,038 a    | 0,028 a   | 0,031 a    |         |
| ST2  | CN      | 0,030 b AB                          | 0,010 a B  | 0,010 a B | 0,073 a A  | 0,030 a |
|      | AGR     | 0,106 a A                           | 0,030 a B  | 0,010 a B | 0,020 b B  | 0,041 a |
|      | MÉDIA   | 0,068 a                             | 0,020 bc   | 0,010 c   | 0,046 ab   |         |
| ST3  | CN      | 0,036 a AB                          | 0,053 a AB | 0,023 a B | 0,076 a A  | 0,047 a |
|      | AGR     | 0,030 a A                           | 0,046 a A  | 0,010 a A | 0,023 b A  | 0,027 b |
|      | MÉDIA   | 0,033 ab                            | 0,050 a    | 0,016 b   | 0,050 a    |         |
| ST4  | CN      | 0,066 a A                           | 0,003 a B  | 0,020 a B | 0,013 a B  | 0,025 a |
|      | AGR     | 0,053 a A                           | 0,010 a A  | 0,026 a A | 0,010 a A  | 0,025 a |
|      | MÉDIA   | 0,060 a                             | 0,006 b    | 0,023 b   | 0,011 b    |         |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4.

Diniz et al. (2014), avaliando o quociente metabólico em áreas de mata, obtiveram valores de qCO<sub>2</sub> de 0,11 mg C-CO<sub>2</sub> mg CMIC<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> na época chuvosa e de 0,05 mg C-CO<sub>2</sub>

mg CMIC<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> no período seco. No presente estudo, a variação nos valores de qCO<sub>2</sub> foram de 0,003 a 0,1766 mg C-CO<sub>2</sub> mg CMIC<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> em áreas de CN e 0,000 a 0,180 mg C-CO<sub>2</sub> mg CMIC<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> em uso AGR, independente do período de coleta. Isto pode ser um indicativo de que os micro-organismos foram mais eficientes em utilizar a energia necessária para a manutenção da atividade metabólica em relação à energia necessária para síntese da própria biomassa (ANDERSON; DOMSCH, 1993; GAMA-RODRIGUES et al., 2008), quando valores baixos, e em situações com valores mais elevados de qCO<sub>2</sub>, que os micro-organismos tenham sofrido algum distúrbio no período de coleta, seja pela umidade do solo, qualidade e quantidade de material vegetal, dentre outros. .

### 3.3.6 Quociente microbiano (qMIC)

As áreas de SC, PAR, SER, ST1, ST3 e ST4 apresentaram diferenças significativas entre CN e uso AGR em todas as camadas avaliadas, camada 0-5 cm (Tabela 24), camada 5-10 cm (Tabela 25) e camada 10-20 cm (Tabela 26). Segundo Jakelaitis et al. (2008), valores de quociente microbiano inferiores a 1% indicam que algum fator limitante esteja influenciando negativamente à atividade microbiana no solo, e que valores em torno de 2,2% expressariam uma forma de equilíbrio no solo (JENKINSON e LADD, 1981). Neste trabalho, nas áreas avaliadas, os valores de qMIC foram superiores a 1%, indicando que as frações lábeis foram suficientes para permitir a atividade microbiana no solo e, em alguns casos, chegaram a valores superiores ao de equilíbrio.

Já em ecossistemas sob clima temperado, valores de qMIC em condições normais variam de 0,27 a 5,0% em solos sob cultivo e de 1,8 a 2,9% em solos de floresta (ANDERSON e DOMSCH, 1986; VANCE et al., 1987). Para ecossistemas sob clima tropical, são encontrados valores entre 1,8 e 4,0% (LUIZÃO, 1992; HENROT e ROBERTSON, 1994). Foi observado que os valores de qMIC estudados encontraram-se acima do limite máximo sugerido pelos autores para ecossistema tropical (qMIC < 4%).

Tabela 24. Quociente microbiano (qMIC) na camada de 0-5 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA | COBERT. | ESTAÇÃO DE COLETA |           |           |           | Média  |
|------|---------|-------------------|-----------|-----------|-----------|--------|
|      |         | COL.1             | COL.2     | COL.3     | COL.4     |        |
|      |         | %                 |           |           |           |        |
| BQ1  | CN      | 0,60 a B          | 2,86 a A  | 2,68 a AB | 1,95 a AB | 2,02 a |
|      | AGR     | 1,98 a AB         | 3,71 a A  | 1,21 a B  | 1,26 a B  | 2,04 a |
|      | MÉDIA   | 1,29 b            | 3,28 a    | 1,95 ab   | 1,61 b    |        |
| BQ2  | CN      | 1,41 a A          | 2,89 a A  | 1,11 a A  | 1,33 a A  | 1,69 a |
|      | AGR     | 2,72 a A          | 1,87 a A  | 1,11 a A  | 0,85 a A  | 1,64 a |
|      | MÉDIA   | 2,06 a            | 2,38 a    | 1,11 a    | 1,09 a    |        |
| CAR  | CN      | 4,45 a A          | 1,46 a B  | 1,82 b B  | 1,41 a B  | 2,28 a |
|      | AGR     | 3,14 a AB         | 2,20 a AB | 3,52 a A  | 1,35 a A  | 2,55 a |
|      | MÉDIA   | 3,80 a            | 1,83 b    | 2,67 ab   | 1,38 b    |        |
| SC   | CN      | 0,25 b B          | 2,96 a A  | 2,39 a A  | 1,16 b AB | 1,69 b |
|      | AGR     | 3,12 a A          | 2,48 a A  | 2,93 a A  | 2,85 a A  | 2,84 a |
|      | MÉDIA   | 1,68 a            | 2,72 a    | 2,66 a    | 2,01 a    |        |
| PAR  | CN      | 3,13 b A          | 1,66 a A  | 2,52 a A  | 1,44 a A  | 2,19 a |
|      | AGR     | 4,95 a A          | 2,81 a B  | 2,32 a B  | 1,59 a B  | 2,92 a |
|      | MÉDIA   |                   |           |           |           |        |
| SER  | CN      | 1,91 b B          | 1,05 a B  | 4,65 a A  | 0,93 b B  | 2,13 b |
|      | AGR     | 6,91 a A          | 1,81 a B  | 1,97 b B  | 3,62 a B  | 3,58 a |
|      | MÉDIA   | 4,41 a            | 1,43 c    | 3,31 ab   | 2,27 bc   |        |
| ST1  | CN      | 4,46 a A          | 2,22 a BC | 4,02 b AB | 1,02 b C  | 2,93 b |
|      | AGR     | 2,16 b C          | 2,88 a BC | 7,41 a A  | 4,44 a B  | 4,22 a |
|      | MÉDIA   | 3,31 b            | 2,55 b    | 5,71 a    | 2,73 b    |        |
| ST2  | CN      | 6,01 a A          | 3,11 a B  | 1,62 b B  | 1,08 a B  | 2,95 a |
|      | AGR     | 1,74 b A          | 3,70 a A  | 3,81 a A  | 2,42 a A  | 2,91 a |
|      | MÉDIA   | 3,87 a            | 3,40 a    | 2,71 ab   | 1,75 b    |        |
| ST3  | CN      | 0,99 a A          | 1,93 a A  | 2,30 b A  | 2,00 a A  | 1,80 b |
|      | AGR     | 2,38 a B          | 2,28 a B  | 5,14 a A  | 0,81 a B  | 2,65 a |
|      | MÉDIA   | 1,68 b            | 2,10 b    | 3,72 a    | 1,41 b    |        |
| ST4  | CN      | 2,04 a AB         | 4,01 b A  | 1,60 a B  | 1,12 a B  | 2,19 b |
|      | AGR     | 2,66 a B          | 5,60 a A  | 1,53 a B  | 2,33 a B  | 3,03 a |
|      | MÉDIA   | 2,35 b            | 4,81 a    | 1,56 b    | 1,72 b    |        |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Tabela 25. Quociente metabólico (qMIC) na camada de 5-10 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA | COBERT. | ESTAÇÃO DE COLETA |           |           |           | Média  |
|------|---------|-------------------|-----------|-----------|-----------|--------|
|      |         | COL.1             | COL.2     | COL.3     | COL.4     |        |
|      |         | %                 |           |           |           |        |
| BQ1  | CN      | 1,10 a A          | 3,42 a A  | 2,17 a A  | 2,33 a A  | 2,25 a |
|      | AGR     | 1,27 a B          | 4,44 a A  | 1,09 a B  | 1,98 a AB | 2,19 a |
|      | MÉDIA   | 1,18 b            | 3,93 a    | 1,63 b    | 2,16 ab   |        |
| BQ2  | CN      | 0,82 b A          | 3,23 b A  | 1,15 a A  | 1,74 a A  | 1,73 b |
|      | AGR     | 3,25 a B          | 7,31 a A  | 2,58 a B  | 0,51 a B  | 3,41 a |
|      | MÉDIA   | 2,04 b            | 5,27 a    | 1,86 b    | 1,12 b    |        |
| CAR  | CN      | 4,82 a A          | 3,24 a AB | 1,24 a B  | 1,47 a B  | 2,69 a |
|      | AGR     | 3,70 a A          | 2,22 a A  | 2,33 a A  | 2,24 a A  | 2,62 a |
|      | MÉDIA   | 4,26 a            | 2,73 ab   | 1,79 b    | 1,85 b    |        |
| SC   | CN      | 1,04 b A          | 2,36 a A  | 2,75 a A  | 2,04 a A  | 2,05 a |
|      | AGR     | 3,86 a A          | 1,94 a A  | 2,86 a A  | 1,16 a A  | 2,45 a |
|      | MÉDIA   | 2,45 a            | 2,15 a    | 2,80 a    | 1,60 a    |        |
| PAR  | CN      | 2,16 b A          | 1,96 b A  | 3,01 a A  | 1,55 a A  | 2,17 b |
|      | AGR     | 5,63 a A          | 4,79 a AB | 3,11 a AB | 2,62 a B  | 4,04 a |
|      | MÉDIA   | 3,89 a            | 3,37 a    | 3,06 a    | 2,08 a    |        |
| SER  | CN      | 0,88 b B          | 4,57 a A  | 4,07 a A  | 2,93 b AB | 3,11 b |
|      | AGR     | 4,82 a A          | 3,19 a A  | 3,54 a A  | 6,00 a A  | 4,39 a |
|      | MÉDIA   | 2,85 a            | 3,88 a    | 3,80 a    | 4,47 a    |        |
| ST1  | CN      | 4,38 a A          | 4,92 a A  | 1,17 b B  | 3,97 a AB | 3,61 a |
|      | AGR     | 1,29 b B          | 1,40 b B  | 6,39 a A  | 4,84 a A  | 3,48 a |
|      | MÉDIA   | 2,84 a            | 3,16 a    | 3,78 a    | 4,41 a    |        |
| ST2  | CN      | 2,86 a A          | 3,37 a A  | 3,03 a A  | 1,69 a A  | 2,73 a |
|      | AGR     | 1,54 a A          | 4,21 a A  | 4,15 a A  | 3,28 a A  | 3,29 a |
|      | MÉDIA   | 2,20 a            | 3,79 a    | 3,59 a    | 2,48 a    |        |
| ST3  | CN      | 2,47 a A          | 1,06 a A  | 3,23 b A  | 1,34 a A  | 2,02 b |
|      | AGR     | 1,95 a B          | 3,00 a B  | 9,96 a A  | 2,14 a B  | 4,26 a |
|      | MÉDIA   | 2,21 b            | 2,03 b    | 6,59 a    | 1,74 b    |        |
| ST4  | CN      | 3,46 a A          | 3,34 b A  | 1,96 a A  | 2,53 a A  | 2,82 b |
|      | AGR     | 5,52 a B          | 10,36 a A | 1,41 a C  | 3,42 a BC | 5,18 a |
|      | MÉDIA   | 4,49 b            | 6,85 a    | 1,68 c    | 2,97 bc   |        |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Embora em solos de clima tropical, os valores de qMIC sejam propostos entre 1,8 e 4,0%, em muitas áreas os valores foram superiores, independente da camada avaliada.

Tabela 26. Quociente microbiano (qMIC) na camada de 10-20 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| ÁREA | COBERT. | ESTAÇÃO DE COLETA |           |           |           | Média  |
|------|---------|-------------------|-----------|-----------|-----------|--------|
|      |         | COL.1             | COL.2     | COL.3     | COL.4     |        |
|      |         | %                 |           |           |           |        |
| BQ1  | CN      | 1,01 a B          | 4,20 a A  | 0,95 a B  | 3,10 a AB | 2,31 b |
|      | AGR     | 1,34 a B          | 5,82 a A  | 2,03 a B  | 5,14 a A  | 3,58 a |
|      | Média   | 1,18 b            | 5,01 a    | 1,49 b    | 4,12 a    |        |
| BQ2  | CN      | 1,09 a A          | 3,84 a A  | 3,31 a A  | 2,41 a A  | 2,66 a |
|      | AGR     | 1,68 a AB         | 3,67 a A  | 0,51 b AB | 0,84 a A  | 1,67 a |
|      | MÉDIA   | 1,39 b            | 3,75 a    | 1,91 ab   | 1,62 ab   |        |
| CAR  | CN      | 3,40 a A          | 2,96 a A  | 2,20 b A  | 0,97 a A  | 2,38 b |
|      | AGR     | 4,71 a A          | 3,29 a A  | 5,41 a A  | 2,39 a A  | 3,95 a |
|      | MÉDIA   | 4,05 a            | 3,12 ab   | 3,81 ab   | 1,68 b    |        |
| SC   | CN      | 3,97 a A          | 1,17 a A  | 2,93 a A  | 1,37 a A  | 2,36 a |
|      | AGR     | 2,70 a A          | 3,67 b A  | 3,25 a A  | 2,34 a A  | 2,99 a |
|      | MÉDIA   | 3,34 a            | 2,42 a    | 3,09 a    | 1,85 a    |        |
| PAR  | CN      | 3,50 a AB         | 9,67 b B  | 5,18 a A  | 2,07 a B  | 2,85 a |
|      | AGR     | 4,97 a A          | 4,19 a AB | 4,10 a AB | 1,82 a B  | 3,77 a |
|      | MÉDIA   | 4,24 ab           | 2,43 bc   | 4,64 a    | 1,94 c    |        |
| SER  | CN      | 0,97 b B          | 6,15 a A  | 2,31 b B  | 3,26 a AB | 3,17 b |
|      | AGR     | 3,64 a B          | 3,64 b B  | 6,74 a A  | 5,40 a AB | 4,85 a |
|      | MÉDIA   | 2,30 ab           | 4,89 a    | 4,53 a    | 4,33 ab   |        |
| ST1  | CN      | 5,58 a AB         | 1,48 a C  | 3,15 a BC | 6,47 a A  | 4,17 a |
|      | AGR     | 2,60 b A          | 2,31 a A  | 4,58 a A  | 3,44 b A  | 3,23 a |
|      | MÉDIA   | 4,09 a            | 1,89 b    | 3,86 ab   | 4,95 a    |        |
| ST2  | CN      | 3,83 a AB         | 5,63 a A  | 3,34 a AB | 0,90 a B  | 3,42 a |
|      | AGR     | 0,64 b B          | 2,56 b AB | 4,13 a A  | 2,52 a AB | 2,41 a |
|      | MÉDIA   | 2,23 a            | 4,00 a    | 3,74 a    | 1,71 a    |        |
| ST3  | CN      | 2,57 b A          | 3,43 a A  | 2,80 b A  | 1,31 a A  | 2,53 b |
|      | AGR     | 5,85 a B          | 1,69 a C  | 8,94 a A  | 2,92 a BC | 4,85 a |
|      | MÉDIA   | 4,21 ab           | 2,56 b    | 5,87 a    | 2,11 b    |        |
| ST4  | CN      | 2,61 a B          | 5,72 b A  | 3,28 a AB | 2,53 a B  | 3,53 a |
|      | AGR     | 3,40 a B          | 8,31 a A  | 1,82 a B  | 2,83 a B  | 4,09 a |
|      | MÉDIA   | 3,00 b            | 7,01 a    | 2,55 b    | 2,68 b    |        |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Áreas que apresentam valores altos de qMIC, indicam maior retenção de C na biomassa microbiana em relação ao COT, sugerindo que a microbiota do solo adaptada as

condições do semiárido (precipitação, temperatura, umidade), em mecanismos de defesa, retém maiores teores de COT para manutenção de seu metabolismo, resultando em valores até superiores que encontrados em regiões temperadas.

### **3.3.7 Substâncias Húmicas**

#### **3.7.1 Ácidos Fulvicos (C-AF), Ácidos Húmicos (C-AH) e Humina (HUM)**

Os valores de C-AF, C-AH e C-HUM na camada 0-5 cm (Tabela 27), de modo geral pouco diferiram significativamente entre as coberturas do solo (CN e AGR) nos tempos de coletas avaliados. Das áreas avaliadas, apenas BQ1, CAR e PAR diferiram para C-AF, CAR, SC e PAR para C-AH e CAR e SC para fração HUM.

Nas camadas subsuperficiais 5-10 cm (Tabela 28) e 10-20cm (Tabela 29) as frações C-AF, C-AH e C-HUM também apresentaram reduzidas diferenças significativas entre as coberturas do solo. Pode-se observar também, que os valores foram baixos para todas as frações e camadas estudadas, mantendo uma homogeneidade até a profundidade de 20 cm. Os resultados encontrados nestas frações foram inferiores aos avaliados por Martins et al. (2015), em Neossolos Regolíticos de áreas de Caatinga e semiárido mineiro, com textura semelhante aos solos deste estudo. Os autores encontraram valores de 1,90 e 3,40 nas frações C-AF e C-AH, respectivamente. Já em Neossolo Quartzarênico de Cerrado nativo brasileiro, Caetano et al. (2013) observaram teores de C-AF e C-AH próximos a 0,75 g kg<sup>-1</sup>, também superiores aos resultados encontrados no presente estudo. Os solos estudados no semiárido tiveram valores de C-AF e C-AH inferiores, o que pode estar relacionado ao pH dos mesmos (Tabelas 2 a 7). Valores de pH como os observados favoreceram a solubilidade e conseqüente utilização dos compostos orgânicos pelos micro-organismos e plantas.

Tabela 27. Ácidos Fúlvicos (C-AF), Ácidos Húmicos (C-AH) e Humina (HUM) na camada 0-5 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| Área | Cob. | C-AF     |          |        | C-AH     |          |        | HUM      |          |        |
|------|------|----------|----------|--------|----------|----------|--------|----------|----------|--------|
|      |      | COL.1    | COL.2    | Media  | COL.1    | COL.2    | Media  | COL.1    | COL.2    | Media  |
| BQ 1 | CN   | 0,28 a A | 0,20 a A | 0,24 a | 0,42 a A | 0,27 a A | 0,34 a | 1,66 a A | 0,98 a A | 1,32 a |
|      | AGR  | 0,08 b A | 0,20 a A | 0,14 a | 0,22 a A | 0,12 a A | 0,17 b | 1,37 a A | 0,97 a A | 1,17 a |
|      | MED  | 0,18 a   | 0,20 a   |        | 0,32 a   | 0,19 a   |        | 1,51 a   | 0,97 a   |        |
| BQ 2 | CN   | 0,18 a A | 0,28 a A | 0,23 a | 0,44 a A | 0,30 a A | 0,37 a | 1,27 a A | 0,88 a A | 1,07 a |
|      | AGR  | 0,19 a A | 0,09 a A | 0,14 a | 0,32 a A | 0,22 a A | 0,27 a | 1,15 a A | 0,66 a A | 0,90 a |
|      | MED  | 0,18 a   | 0,18 a   |        | 0,38 a   | 0,26 a   |        | 1,21 a   | 0,77 a   |        |
| CAR  | CN   | 0,50 a A | 0,34 a A | 0,42 a | 0,63 a A | 0,70 a A | 0,66 a | 3,11 a A | 4,45 a A | 3,78 a |
|      | AGR  | 0,30 b A | 0,26 a A | 0,28 b | 0,26 b A | 0,34 b A | 0,30 b | 1,28 a A | 1,21 b A | 1,24 b |
|      | MED  | 0,40 a   | 0,30 a   |        | 0,44 a   | 0,52 a   |        | 2,19 a   | 2,83 a   |        |
| SC   | CN   | 0,33 a A | 0,27 a A | 0,30 a | 0,55 a A | 0,36 a A | 0,45 a | 5,74 a A | 3,69 a A | 4,71 a |
|      | AGR  | 0,19 a A | 0,13 a A | 0,16 a | 0,17 b A | 0,29 a A | 0,23 b | 2,73 b A | 1,09 b A | 1,91 b |
|      | MED  | 0,26 a   | 0,20 a   |        | 0,36 a   | 0,32 a   |        | 4,23 a   | 2,39 b   |        |
| PAR  | CN   | 0,57 a A | 0,44 a A | 0,51 a | 0,74 a A | 0,53 a A | 0,63 a | 5,56 a A | 5,11 a A | 5,33 a |
|      | AGR  | 0,34 b A | 0,49 a A | 0,41 a | 0,43 b A | 0,42 a A | 0,42 b | 6,91 a A | 5,98 a A | 6,44 a |
|      | MED  | 0,45 a   | 0,46 a   |        | 0,63 a   | 0,48 a   |        | 6,23 a   | 5,54 a   |        |
| SER  | CN   | 0,34 a A | 0,05 a B | 0,19 a | 0,35 a A | 0,19 a A | 0,27 a | 3,05 a A | 1,79 a A | 2,42 a |
|      | AGR  | 0,23 a A | 0,18 a A | 0,20 a | 0,23 a A | 0,32 a A | 0,27 a | 2,09 a A | 1,60 a A | 1,84 a |
|      | MED  | 0,28 a   | 0,11 b   |        | 0,29 a   | 0,25 a   |        | 2,57 a   | 1,69 a   |        |
| ST 1 | CN   | 0,35 a A | 0,25 a A | 0,30 a | 0,32 a A | 0,16 a A | 0,24 a | 1,34 a A | 2,40 a A | 1,87 a |
|      | AGR  | 0,17 a A | 0,19 a A | 0,18 a | 0,11 a A | 0,13 a A | 0,12 a | 0,66 a A | 1,61 a A | 1,13 a |
|      | MED  | 0,26 a   | 0,22 a   |        | 0,21 a   | 0,15 a   |        | 1,00 a   | 2,00 a   |        |
| ST 2 | CN   | 0,44 a A | 0,31 a A | 0,37 a | 0,50 a A | 0,15 a B | 0,32 a | 2,10 a A | 2,51 a A | 2,30 a |
|      | AGR  | 0,49 a A | 0,27 a B | 0,38 a | 0,42 a A | 0,24 a A | 0,33 a | 1,72 a A | 1,50 a A | 1,61 a |
|      | MED  | 0,46 a   | 0,29 b   |        | 0,46 a   | 0,19 b   |        | 1,91 a   | 2,00 a   |        |
| ST 3 | CN   | 0,45 a A | 0,25 a B | 0,35 a | 0,42 a A | 0,40 a A | 0,41 a | 6,97 a A | 3,98 a B | 5,47 a |
|      | AGR  | 0,31 a A | 0,20 a A | 0,25 a | 0,26 a A | 0,28 a A | 0,27 a | 2,31 b A | 3,46 a A | 2,88 b |
|      | MED  | 0,38 a   | 0,22 b   |        | 0,34 a   | 0,34 a   |        | 4,64 a   | 3,72 a   |        |
| ST 4 | CN   | 0,04 b A | 0,18 a A | 0,11 a | 0,11 a A | 0,27 a A | 0,18 a | 1,51 b A | 2,18 a A | 1,84 a |
|      | AGR  | 0,26 a A | 0,09 a A | 0,17 a | 0,29 a A | 0,08 a A | 0,19 a | 4,75 a A | 0,52 a B | 2,63 a |
|      | MED  | 0,15 a   | 0,13 a   |        | 0,20 a   | 0,17 a   |        | 3,13 a   | 1,35 b   |        |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Tabela 28. Ácidos Fúlvicos (C-AF), Ácidos Húmicos (C-AH) e Humina (HUM) na camada 5-10 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| Área | Cob. | C-AF     |          |        | C-AH     |          |        | HUM      |          |        |
|------|------|----------|----------|--------|----------|----------|--------|----------|----------|--------|
|      |      | COL.1    | COL.2    | Media  | COL.1    | COL.2    | Media  | COL.1    | COL.2    | Media  |
| BQ 1 | CN   | 0,19 a A | 0,19 a A | 0,19 a | 0,38 a A | 0,41 a A | 0,39 a | 1,10 a A | 1,45 a A | 1,27 a |
|      | AGR  | 0,07 a A | 0,22 a A | 0,14 a | 0,25 a A | 0,10 b A | 0,17 b | 1,13 a A | 0,83 a A | 0,98 a |
|      | MED  | 0,13 a   | 0,20 a   |        | 0,31 a   | 0,25 a   |        | 1,11 a   | 1,14 a   |        |
| BQ 2 | CN   | 0,14 a A | 0,22 a A | 0,18 a | 0,35 a A | 0,26 a A | 0,30 a | 0,85 a A | 1,01 a A | 0,93 a |
|      | AGR  | 0,16 a A | 0,11 a A | 0,13 a | 0,33 a A | 0,23 a A | 0,28 a | 0,79 a B | 2,29 a A | 1,54 a |
|      | MED  | 0,15 a   | 0,16 a   |        | 0,34 a   | 0,24 a   |        | 0,82 a   | 1,65 a   |        |
| CAR  | CN   | 0,36 a A | 0,30 a A | 0,33 a | 0,37 a B | 0,52 a A | 0,44 a | 2,13 a A | 3,29 a A | 2,71 a |
|      | AGR  | 0,23 a A | 0,26 a A | 0,24 a | 0,29 a A | 0,29 b A | 0,29 b | 0,18 b A | 1,32 b A | 0,75 b |
|      | MED  | 0,29 a   | 0,28 a   |        | 0,33 a   | 0,40 a   |        | 1,15 b   | 2,30 a   |        |
| SC   | CN   | 0,17 a A | 0,23 a A | 0,20 a | 0,29 a A | 0,43 a A | 0,36 a | 2,48 a A | 2,78 a A | 2,63 a |
|      | AGR  | 0,13 a A | 0,10 a A | 0,11 a | 0,18 a A | 0,19 b A | 0,18 b | 2,65 a A | 1,63 a A | 2,14 a |
|      | MED  | 0,15 a   | 0,16 a   |        | 0,23 a   | 0,31 a   |        | 2,56 a   | 2,20 a   |        |
| PAR  | CN   | 0,44 a A | 0,28 a B | 0,36 a | 0,51 a A | 0,29 a B | 0,40 a | 4,01 a A | 3,34 a A | 3,67 a |
|      | AGR  | 0,37 a A | 0,16 a B | 0,26 b | 0,23 b A | 0,22 a A | 0,22 b | 4,71 a A | 3,78 a A | 4,24 a |
|      | MED  | 0,40 a   | 0,22 b   |        | 0,37 a   | 0,25 b   |        | 4,36 a   | 3,56 a   |        |
| SER  | CN   | 0,23 a A | 0,05 a B | 0,14 a | 0,22 a A | 0,43 a A | 0,36 a | 1,81 a A | 1,05 a A | 1,43 a |
|      | AGR  | 0,20 a A | 0,11 a A | 0,15 a | 0,24 a A | 0,19 b A | 0,18 b | 1,47 a A | 1,37 a A | 1,42 a |
|      | MED  | 0,21 a   | 0,08 b   |        | 0,23 a   | 0,31 a   |        | 1,64 a   | 1,21 a   |        |
| ST 1 | CN   | 0,34 a A | 0,18 a B | 0,26 a | 0,25 a A | 0,10 a B | 0,17 a | 1,15 a A | 2,20 a A | 1,68 a |
|      | AGR  | 0,21 a A | 0,17 a A | 0,19 a | 0,11 a A | 0,11 a A | 0,11 a | 0,97 a A | 1,19 a A | 1,08 a |
|      | MED  | 0,27 a   | 0,17 b   |        | 0,18 a   | 0,10 a   |        | 1,06 a   | 1,70 a   |        |
| ST 2 | CN   | 0,36 a A | 0,23 a A | 0,29 a | 0,30 a A | 0,16 a A | 0,23 a | 1,09 a A | 1,29 a A | 1,19 a |
|      | AGR  | 0,31 a A | 0,21 a B | 0,28 a | 0,31 a A | 0,22 a A | 0,26 a | 0,72 a A | 1,08 a A | 0,90 a |
|      | MED  | 0,33 a   | 0,22 b   |        | 0,30 a   | 0,19 b   |        | 0,90 a   | 1,19 a   |        |
| ST 3 | CN   | 0,31 a A | 0,19 a A | 0,25 a | 0,28 a A | 0,37 a A | 0,32 a | 3,89 a A | 2,83 a A | 3,36 a |
|      | AGR  | 0,26 a A | 0,21 a A | 0,23 a | 0,25 a A | 0,24 a A | 0,24 a | 2,27 a A | 3,58 a A | 2,92 a |
|      | MED  | 0,28 a   | 0,20 a   |        | 0,26 a   | 0,30 a   |        | 3,08 a   | 3,21 a   |        |
| ST 4 | CN   | 0,05 a A | 0,11 a A | 0,08 a | 0,10 a A | 0,22 a A | 0,16 a | 1,52 a A | 1,66 a A | 1,59 a |
|      | AGR  | 0,15 a A | 0,10 a A | 0,12 a | 0,22 a A | 0,09 a A | 0,15 a | 2,25 a A | 0,47 a B | 1,36 a |
|      | MED  | 0,10 a   | 0,10 a   |        | 0,16 a   | 0,15 a   |        | 1,89 a   | 1,06 a   |        |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Quanto ao C-HUM, houve maior retenção de C nesta fração nos solos de CAR, SC, PAR, SER, ST2, ST3 e ST4, superando até os valores encontrados por Caetano et al. (2013) no Cerrado Nativo, que encontraram teores próximos a  $2,40 \text{ g kg}^{-1}$  até 20 cm de profundidade. De acordo com Loss et al. (2006) maiores proporções da fração C-HUM são características de

solos com textura arenosa, como em alguns solos usados neste estudo (Tabelas 8). No entanto, em solos com textura mais argilosa no presente estudo, também tenham apresentado valores superiores nesta fração, que podem ter promovido maior associação organo-mineral, elevando os teores de C-HUM.

Tabela 29. Ácidos Fúlvicos (C-AF), Ácidos Húmicos (C-AH) e Humina (HUM) na camada 10-20 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| Área    | Cob. | C-AF     |          |        | C-AH     |          |        | HUM      |          |        |
|---------|------|----------|----------|--------|----------|----------|--------|----------|----------|--------|
|         |      | COL.1    | COL.2    | Media  | COL.1    | COL.2    | Media  | COL.1    | COL.2    | Media  |
| BQ<br>1 | CN   | 0,09 a A | 0,19 a A | 0,14 a | 0,32 a A | 0,34 a A | 0,33 a | 1,46 a A | 1,15 a A | 1,30 a |
|         | AGR  | 0,09 a A | 0,18 a A | 0,13 a | 0,26 a A | 0,16 b B | 0,21 b | 0,93 a A | 0,89 a A | 0,91 a |
|         | MED  | 0,09 b   | 0,18 a   |        | 0,29 a   | 0,25 a   |        | 1,19 a   | 1,02 a   |        |
| BQ<br>2 | CN   | 0,16 a A | 0,19 a A | 0,17 a | 0,19 a A | 0,26 a A | 0,22 a | 0,63 a A | 0,71 a A | 0,67 a |
|         | AGR  | 0,13 a A | 0,16 a A | 0,14 a | 0,29 a A | 0,22 a A | 0,25 a | 0,67 a A | 0,73 a A | 0,70 a |
|         | MED  | 0,14 a   | 0,17 a   |        | 0,24 a   | 0,24 a   |        | 0,65 a   | 0,72 a   |        |
| CAR     | CN   | 0,40 a A | 0,23 a B | 0,31 a | 0,38 a A | 0,47 a A | 0,42 a | 1,54 a B | 2,94 a A | 2,24 a |
|         | AGR  | 0,21 b A | 0,20 a A | 0,20 b | 0,31 a A | 0,28 b A | 0,29 b | 0,31 a A | 1,10 b A | 0,70 b |
|         | MED  | 0,30 a   | 0,21 b   |        | 0,34 a   | 0,37 a   |        | 0,92 b   | 2,02 a   |        |
| SC      | CN   | 0,18 a A | 0,23 a A | 0,20 a | 0,23 a B | 0,46 a A | 0,34 a | 2,27 a A | 2,13 a A | 2,20 a |
|         | AGR  | 0,15 a A | 0,15 a A | 0,15 a | 0,15 a A | 0,15 b A | 0,15 b | 2,38 a A | 1,52 a A | 1,95 a |
|         | MED  | 0,16 a   | 0,19 a   |        | 0,19 a   | 0,30 a   |        | 2,32 a   | 1,82 a   |        |
| PAR     | CN   | 0,42 a A | 0,23 a B | 0,32 a | 0,35 a A | 0,28 a A | 0,31 a | 3,60 a A | 3,04 a A | 3,32 a |
|         | AGR  | 0,25 b A | 0,11 a B | 0,18 b | 0,15 b A | 0,15 b A | 0,15 b | 3,00 a A | 3,17 a A | 3,08 a |
|         | MED  | 0,33 a   | 0,17 b   |        | 0,25 a   | 0,21 a   |        | 3,30 a   | 3,10 a   |        |
| SER     | CN   | 0,19 a A | 0,05 a B | 0,12 a | 0,20 a A | 0,09 b B | 0,14 b | 1,45 a A | 1,39 a A | 1,42 a |
|         | AGR  | 0,20 a A | 0,15 a A | 0,17 a | 0,27 a A | 0,23 a A | 0,25 a | 1,40 a A | 0,99 a A | 1,19 a |
|         | MED  | 0,19 a   | 0,10 b   |        | 0,23 a   | 0,16 a   |        | 1,42 a   | 1,19 a   |        |
| ST 1    | CN   | 0,38 a A | 0,18 a B | 0,28 a | 0,25 a A | 0,07 a B | 0,16 a | 1,15 a A | 1,69 a A | 1,42 a |
|         | AGR  | 0,23 b A | 0,19 a A | 0,21 a | 0,14 b A | 0,14 a A | 0,14 a | 1,11 a A | 1,03 a A | 1,07 a |
|         | MED  | 0,30 a   | 0,18 b   |        | 0,19 a   | 0,10 b   |        | 1,13 a   | 1,36 a   |        |
| ST 2    | CN   | 0,36 a A | 0,20 a B | 0,28 a | 0,27 a A | 0,13 a B | 0,20 a | 1,12 a A | 1,48 a A | 1,30 a |
|         | AGR  | 0,35 a A | 0,20 a B | 0,27 a | 0,27 a A | 0,18 a A | 0,22 a | 0,48 a A | 0,69 a A | 0,58 a |
|         | MED  | 0,35 a   | 0,20 b   |        | 0,27 a   | 0,15 b   |        | 0,80 a   | 1,08 a   |        |
| ST 3    | CN   | 0,17 a A | 0,14 a A | 0,15 a | 0,23 a A | 0,35 a A | 0,29 a | 3,04 a A | 2,25 a A | 2,64 a |
|         | AGR  | 0,27 a A | 0,14 a B | 0,20 a | 0,24 a A | 0,18 b A | 0,21 a | 2,18 a A | 3,32 a A | 2,75 a |
|         | MED  | 0,22 a   | 0,14 b   |        | 0,23 a   | 0,26 a   |        | 2,61 a   | 2,78 a   |        |
| ST 4    | CN   | 0,07 a A | 0,13 a A | 0,10 a | 0,12 a A | 0,19 a A | 0,15 a | 1,37 a A | 1,09 a A | 1,23 a |
|         | AGR  | 0,14 a A | 0,06 a A | 0,10 a | 0,19 a A | 0,16 a A | 0,17 a | 2,36 a A | 0,52 a B | 1,44 a |
|         | MED  | 0,10 a   | 0,09 a   |        | 0,15 a   | 0,17 a   |        | 1,86 a   | 0,80 b   |        |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

### 3.7.2 Relação C-AH/C-AF e EA/HUM

Valores de C-AH/C-AF (Tabelas 30, 31 e 32) nas camadas 0-5, 5-10 e 10-20 cm, em todas as áreas avaliadas, apresentaram valores próximos ou superiores a 1,0, o que indica a predominância de carbono na fração dos ácidos húmicos, em relação aos ácidos fúlvicos.

Tabela 30. Extrato alcalino (AH/AF) e relação EA/HUM na camada 0-5 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| Área | Cob. | C-AH/C-AF          |          |        | EA/C-HUM |          |        |
|------|------|--------------------|----------|--------|----------|----------|--------|
|      |      | g kg <sup>-1</sup> |          |        | 1 EST    | 2 EST    | Media  |
|      |      | 1 EST              | 2 EST    | Media  | 1 EST    | 2 EST    | Media  |
| BQ 1 | CN   | 1,49 b A           | 1,33 a A | 1,41 a | 0,43 a A | 0,49 a A | 0,46 a |
|      | AGR  | 2,71 a A           | 0,60 a B | 1,65 a | 0,23 a A | 0,33 a A | 0,27 b |
|      | MED  | 2,10 a             | 0,96 b   |        | 0,32 a   | 0,41 a   |        |
| BQ 2 | CN   | 2,66 a A           | 1,08 b B | 1,87 a | 0,49 a A | 0,66 a A | 0,57 a |
|      | AGR  | 1,78 a B           | 2,89 a A | 2,33 a | 0,44 a A | 0,51 a A | 0,48 a |
|      | MED  | 2,22 a             | 1,98 a   |        | 0,46 a   | 0,58 a   |        |
| CAR  | CN   | 1,25 a A           | 2,06 a A | 1,65 a | 0,39 a A | 0,24 b A | 0,31 b |
|      | AGR  | 0,87 a A           | 1,32 a A | 1,09 a | 0,44 a A | 0,53 a A | 0,48 a |
|      | MED  | 1,06 a             | 1,69 a   |        | 0,41 a   | 0,38 a   |        |
| SC   | CN   | 1,67 a A           | 1,29 b A | 1,48 a | 0,16 a A | 0,17 b A | 0,16 a |
|      | AGR  | 0,94 a B           | 2,33 a A | 1,63 a | 0,13 a B | 0,46 a A | 0,29 a |
|      | MED  | 1,30 a             | 1,75 a   |        | 0,14 b   | 0,31 a   |        |
| PAR  | CN   | 1,28 a A           | 1,18 a A | 1,23 a | 0,23 a A | 0,19 a A | 0,21 a |
|      | AGR  | 1,28 a A           | 0,85 a A | 1,06 a | 0,11 a A | 0,15 a A | 0,13 a |
|      | MED  | 1,28 a             | 1,01 a   |        | 0,17 a   | 0,17 a   |        |
| SER  | CN   | 1,01 a B           | 3,40 a A | 2,21 a | 0,23 a A | 0,14 a A | 0,18 a |
|      | AGR  | 0,99 a B           | 2,41 b A | 1,70 a | 0,22 a A | 0,32 a A | 0,26 a |
|      | MED  | 1,00 b             | 2,90 a   |        | 0,22 a   | 0,23 a   |        |
| ST 1 | CN   | 0,92 a A           | 0,64 a A | 0,78 a | 0,50 a A | 0,18 a B | 0,34 a |
|      | AGR  | 0,66 a A           | 0,70 a A | 0,68 a | 0,44 a A | 0,20 a B | 0,32 a |
|      | MED  | 0,79 a             | 0,67 a   |        | 0,47 a   | 0,19 b   |        |
| ST 2 | CN   | 1,15 a A           | 0,50 a A | 0,82 a | 0,45 a A | 0,18 a B | 0,32 a |
|      | AGR  | 0,85 a A           | 0,93 a A | 0,89 a | 0,53 a A | 0,35 a A | 0,44 a |
|      | MED  | 1,00 a             | 0,71 a   |        | 0,49 a   | 0,26 b   |        |
| ST 3 | CN   | 0,92 a A           | 1,60 a A | 1,26 a | 0,12 a A | 0,17 a A | 0,15 a |
|      | AGR  | 0,84 a A           | 1,34 a A | 1,09 a | 0,25 a A | 0,14 a A | 0,19 a |
|      | MED  | 0,88 a             | 1,47 a   |        | 0,19 a   | 0,15 a   |        |
| ST 4 | CN   | 2,46 a A           | 1,41 a B | 1,93 a | 0,10 a A | 0,21 a A | 0,15 a |
|      | AGR  | 1,13 b A           | 0,98 a A | 1,06 a | 0,11 a B | 0,35 a A | 0,23 a |
|      | MED  | 1,79 a             | 1,19 a   |        | 0,11 b   | 0,28 a   |        |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4.

Tabela 31. Extrato alcalino (AH/AF) e relação EA/HUM na camada 5-10 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco

| Área | Cob. | C-AH/C-AF          |          |        | EA/C-HUM |          |        |
|------|------|--------------------|----------|--------|----------|----------|--------|
|      |      | g kg <sup>-1</sup> |          |        |          |          |        |
|      |      | 1 EST              | 2 EST    | Media  | 1 EST    | 2 EST    | Media  |
| BQ 1 | CN   | 2,00 b A           | 2,15 a A | 1,86 a | 0,53 a A | 0,42 a A | 0,47 a |
|      | AGR  | 3,38 a A           | 0,47 b B | 2,24 a | 0,29 a A | 0,39 a A | 0,34 a |
|      | MED  | 2,69 a             | 1,31 b   |        | 0,41 a   | 0,40 a   |        |
| BQ 2 | CN   | 2,56 a A           | 1,16 b B | 1,86 a | 0,53 a A | 0,42 a A | 0,47 a |
|      | AGR  | 2,01 a A           | 2,48 a A | 2,24 a | 0,29 a A | 0,39 a A | 0,34 a |
|      | MED  | 2,28 a             | 1,82 a   |        | 0,41 a   | 0,40 a   |        |
| CAR  | CN   | 1,07 a A           | 1,74 a A | 1,40 a | 0,58 a A | 0,49 a A | 0,53 a |
|      | AGR  | 1,22 a A           | 1,15 a A | 1,18 a | 0,64 a A | 0,18 a B | 0,41 a |
|      | MED  | 1,14 a             | 1,44 a   |        | 0,61 a   | 0,33 a   |        |
| SC   | CN   | 1,65 a A           | 1,85 a A | 1,75 a | 0,36 b A | 0,27 a A | 0,31 b |
|      | AGR  | 1,44 a A           | 1,89 a A | 1,66 a | 2,99 a A | 0,42 a B | 1,70 a |
|      | MED  | 1,54 a             | 1,87 a   |        | 1,67 a   | 0,34 b   |        |
| PAR  | CN   | 1,17 a A           | 1,00 a A | 1,08 a | 0,24 a A | 0,17 a A | 0,20 a |
|      | AGR  | 0,65 a A           | 1,41 a A | 1,03 a | 0,13 a A | 0,10 a A | 0,11 a |
|      | MED  | 1,91 a             | 1,20 a   |        | 0,18 a   | 0,13 a   |        |
| SER  | CN   | 0,96 a B           | 2,53 a A | 1,74 a | 0,26 a A | 0,20 a A | 0,23 a |
|      | AGR  | 1,31 a B           | 3,19 a A | 2,25 a | 0,31 a A | 0,17 a A | 0,24 a |
|      | MED  | 1,13 b             | 2,86 a   |        | 0,28 a   | 0,18 a   |        |
| ST 1 | CN   | 2,11 a A           | 1,95 a A | 2,03 a | 0,52 a A | 0,13 a A | 0,32 a |
|      | AGR  | 1,53 a A           | 0,92 a A | 1,22 a | 0,34 a A | 0,24 a A | 0,29 a |
|      | MED  | 1,82 a             | 1,43 a   |        | 0,43 a   | 0,18 a   |        |
| ST 2 | CN   | 0,92 a B           | 2,15 a A | 1,53 a | 0,61 a A | 0,33 a A | 0,47 a |
|      | AGR  | 0,98 a A           | 1,15 a A | 1,06 a | 0,93 a A | 0,41 a B | 0,67 a |
|      | MED  | 0,95 a             | 1,65 a   |        | 0,77 a   | 0,37 b   |        |
| ST 3 | CN   | 0,86 a A           | 0,70 a A | 0,78 a | 0,15 a A | 0,20 a A | 0,17 a |
|      | AGR  | 0,89 a A           | 1,07 a A | 0,98 a | 0,23 a A | 0,12 a A | 0,17 a |
|      | MED  | 0,87 a             | 0,88 a   |        | 0,19 a   | 0,16 a   |        |
| ST 4 | CN   | 0,73 a A           | 0,56 a A | 0,64 a | 0,10 a A | 0,20 a A | 0,15 a |
|      | AGR  | 0,56 a A           | 0,65 a A | 0,60 a | 0,17 a A | 0,42 a A | 0,29 a |
|      | MED  | 0,64 a             | 0,60 a   |        | 0,13 a   | 0,31 a   |        |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Isto pode representar material orgânico mais estável (CANELLAS et al., 2001; BARRETO et al., 2008), com capacidade de permitir atributos físicos e químicos favoráveis

ao desenvolvimento das plantas (EBELING et al., 2004; GIÁCOMO et al., 2008). Os resultados obtidos desta relação foram superiores aos resultados obtidos por Santos et al. (2013), em solos de Caatinga, que obtiveram valores de 0,66 e de 1,28 em solos de Cerrado.

Tabela 32. Extrato alcalino (AH/AF) e relação EA/HUM na camada 10-20 cm em função da cobertura e do período de coleta em diferentes áreas no Semiárido de Pernambuco.

| Área | Cob. | C-AH/C-AF          |          |        | EA/C-HUM |          |        |
|------|------|--------------------|----------|--------|----------|----------|--------|
|      |      | g kg <sup>-1</sup> |          |        | 1 EST    | 2 EST    | Media  |
|      |      | 1 EST              | 2 EST    | Media  | 1 EST    | 2 EST    | Media  |
| BQ 1 | CN   | 3,69 a A           | 1,84 a A | 2,76 a | 0,29 a A | 0,50 a A | 0,39 a |
|      | AGR  | 3,19 a A           | 0,70 a B | 1,94 a | 0,39 a A | 0,36 a A | 0,37 a |
|      | MED  | 3,44 a             | 1,27 b   |        | 0,34 a   | 0,43 a   |        |
| BQ 2 | CN   | 1,35 a A           | 1,92 a A | 1,63 a | 0,57 a A | 0,66 a A | 0,61 a |
|      | AGR  | 2,22 a A           | 1,40 a A | 1,81 a | 0,64 a A | 0,56 a A | 0,60 a |
|      | MED  | 1,78 a             | 1,66 a   |        | 0,60 a   | 0,61 a   |        |
| CAR  | CN   | 0,95 a A           | 2,19 a A | 1,57 a | 0,51 b A | 0,24 a A | 0,37 b |
|      | AGR  | 1,44 a A           | 1,38 a A | 1,41 a | 1,71 a A | 0,46 a B | 1,08 a |
|      | MED  | 1,19 a             | 1,78 a   |        | 1,11 a   | 0,35 b   |        |
| SC   | CN   | 1,28 a A           | 2,13 a A | 1,70 a | 0,18 a A | 0,33 a A | 0,25 a |
|      | AGR  | 1,06 a A           | 1,04 a A | 1,05 a | 0,13 a A | 0,20 a A | 0,16 a |
|      | MED  | 1,17 a             | 1,58 a   |        | 0,15 a   | 0,26 a   |        |
| PAR  | CN   | 0,83 a A           | 1,22 a A | 1,02 a | 0,21 a A | 0,17 a A | 0,19 a |
|      | AGR  | 0,61 a A           | 1,47 a A | 1,04 a | 0,13 a A | 0,08 a A | 0,10 a |
|      | MED  | 0,72 a             | 1,34 a   |        | 0,17 a   | 0,12 a   |        |
| SER  | CN   | 1,01 a A           | 1,87 b A | 1,44 a | 0,28 a A | 0,11 a A | 0,19 a |
|      | AGR  | 1,38 a B           | 2,84 a A | 2,11 a | 0,34 a A | 0,37 a A | 0,35 a |
|      | MED  | 1,19 a             | 2,35 a   |        | 0,31 a   | 0,24 a   |        |
| ST 1 | CN   | 0,67 a A           | 0,42 a A | 0,54 a | 0,55 a A | 0,15 a B | 0,35 a |
|      | AGR  | 0,60 a A           | 0,77 a A | 0,68 a | 0,34 a A | 0,33 a A | 0,33 a |
|      | MED  | 0,63 a             | 0,59 a   |        | 0,44 a   | 0,24 a   |        |
| ST 2 | CN   | 0,76 a A           | 0,68 a A | 0,72 a | 0,58 b A | 0,23 a A | 0,40 b |
|      | AGR  | 0,75 a A           | 0,88 a A | 0,81 a | 1,30 a A | 0,57 a B | 0,93 a |
|      | MED  | 0,75 a             | 0,78 a   |        | 0,94 a   | 0,40 b   |        |
| ST 3 | CN   | 1,39 a A           | 2,40 a A | 1,89 a | 0,14 a A | 0,21 a A | 0,17 a |
|      | AGR  | 0,91 a A           | 1,27 a A | 1,09 a | 0,24 a A | 0,09 a A | 0,16 a |
|      | MED  | 1,15 a             | 1,83 a   |        | 0,19 a   | 0,15 a   |        |
| ST 4 | CN   | 1,60 a A           | 1,50 a A | 1,55 a | 0,14 a A | 0,30 a A | 0,22 a |
|      | AGR  | 1,37 a A           | 2,65 a A | 2,01 a | 0,15 a A | 0,43 a A | 0,29 a |
|      | MED  | 1,48 a             | 2,07 a   |        | 0,14 a   | 0,36 a   |        |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas comparam o tempo de coleta dentro de cada cobertura do solo, e letras minúsculas comparam as coberturas do solo no mesmo tempo de coleta, pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). BQ1: Buíque 1; BQ2: Buíque 2; CAR: Caruaru; SC: São Caetano; PAR: Parnamirim; SER: Serrita; ST1: Serra Talhada 1; ST2: Serra Talhada 2; ST3: Serra Talhada 3; ST4: Serra Talhada 4

Os valores de C-AH em maior proporção a C-AF em superfície, podem estar relacionados a composição do material vegetal adicionado ao solo, com alta recalcitrância e

resistente ao ataque microbiano, associados à grande mobilidade no perfil do solo das frações C-AF, principalmente em solos com elevados teores na fração areia.

A relação C-EA/C-HUM, representa a proporção entre o estrato alcalino (C-AF+C-AH) e a humina. Segundo Benites et al. (2001), este índice indica iluviação da MOS, e os menores valores são observados nas camadas superficiais. A relação (EA/C-HUM) variou de 0,10 a 0,66 na camada 0-5cm, de 0,10 a 2,99 na camada de 5-10cm e de 0,08 a 1,71 na camada de 10-20cm. De acordo com Fontana et al. (2010), variações são obtidas mediante a heterogeneidade entre os materiais orgânicos no solo, material de origem desses solos, bem como da diferença de intensidade do processo de humificação da MOS. Segundo Silva e Mendonça (2007), dentre as frações húmicas, a humina é a que possui uma estrutura molecular mais complexa e com elevado peso molecular comparado aos ácidos húmicos e fúlvicos. Como já mencionado, a maior proporção desta fração pode estar associada a material vegetal recalcitrante em áreas de Caatinga. Valores baixos dessa relação também foram encontrados por Martins et al. (2015) em diferentes classes de solo (Latossolo, Cambissolo, Neossolo, Latossolo) com valores entre 0,1 e 0,4 para solos de Caatinga na Bahia e Minas Gerais.

No geral, foram observados baixos valores de todas as frações de C nos solos do semiárido de Pernambuco, que ajudam a comprovar a grande sensibilidade deste ambiente, com baixos teores de C nas diversas frações, seja sob vegetação nativa ou cultivo agrícola.

### 3.4 Conclusões

1. Os sistemas de usos agropecuários utilizados promoveram impactos significativos sobre os indicadores microbiológicos avaliados.
2. As variáveis CBM, RBS, qMIC e qCO<sub>2</sub> são as mais sensíveis para distinção das coberturas dos solos e em diferentes períodos de coletas até profundidade de 20 cm.
3. A condição de coleta em períodos secos ou chuvosos não foi determinante para diferenciar atividade microbiana do solo com as variáveis biológicas avaliadas.
4. Os solos do semiárido pernambucano têm valores baixos das frações C-AF, C-AH e C-HUM.

## Referências

- ÁLVARES, R.; DÍAZ, R. A.; BARBERO, N.; SANTANATOGLIA, O. J.; BLOTTA, L. Soil organic carbon, microbial biomass and CO<sub>2</sub>-C production from three tillage system. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 33, n. 1, p. 17-28, 1995.
- ALVES, T. D. S.; CAMPOS, L. L.; ELIAS NETO, N.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 341-347, 2011.
- AMADO, T.; BAYER, C.; ELTZ, F.; BRUM, A. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 189-197, 2001.
- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient (qCO<sub>2</sub>) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 25, n. 3, p. 393-395, 1993.
- ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K. H. Determination of ecophysiological maintenance carbon requirements of soil microorganisms in a dormant state. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.1, n. 2, p.81-89, 1985.
- APAC – Agência Pernambucana de Água e Clima.  
<<http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>> Acesso em 08/12/2016.
- ASSIS, C. P.; OLIVEIRA, T. S.; DANTAS, J. N.; MENDONÇA, E. S. Organic matter and phosphorus fractions in irrigated agroecosystems in a semi-arid region of Northeastern Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v.138, p.74-82, 2010.
- BAI, W.M., WAN, S.Q., NIU, S.L., LIU, W.X., CHEN, Q.S., WANG, Q.B., ZHANG, W.H., HAN, X.G., LI, L.H. Increased temperature and precipitation interact to affect root production, mortality, and turnover in a temperate steppe: implications for ecosystem C cycling. **Global Change Biology**, Oxford, v.16, p. 1306–1316, 2010.
- BARILLI, J. **Atributos de um Latossolo vermelho sob aplicação de resíduos de suínos**. Botucatu, 2005, 120 f. . Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agronômicas UNESP,2005.
- BARRETO, A. C.; FREIRE, M. B. G. S.; NACIF, P. G. S.; ARAÚJO, Q. R.; FREIRE, F. J.; INÁCIO, E. S. B. Fracionamento químico e físico do carbono orgânico total em um solo de mata submetido a diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.1471-1478, 2008.
- BARTLETT, R. J.; ROSS, D. S. Colorimetric determination of oxidizable carbon in acid soil solutions. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.52, p. 191-1192, 1988.
- BAYER, C.; LOVATO, T.; DIECKOW, J.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. A method for estimating coefficients of soil organic matter dynamics based on long-term experiments. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 91, n. 1-2, p. 217-226, 2006.

BENITES, V. M.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A. **Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 7 p. (Comunicado Técnico, 16).

BLAIR, G. J.; LEFROY, R. D. B.; LISLE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melburn, v. 46, p. 1459-1466, 1995.

BLAIR, N.; FAULKNER, R. D.; TILL, A.R.; POULTON, P.R. Long-term management impacts on soil C, N and physical fertility. Part I: broadbalk experiment. **Soil & Tillage Research**, v. 91, 30–38, 2006.

CAETANO, J. O.; BENITES, V. M.; SILVA, G. P.; SILVA, I. R.; ASSIS, R. L.; CARGNELUTTI FILHO, A. Dinâmica da matéria orgânica de um Neossolo Quartzarênico de cerrado convertido para cultivo em sucessão de soja e milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.37, n. 5, p.1245-1255, 2013.

CAMARGO, F. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

CANELLAS, L.P.; SANTOS, G.A.; RUMJANEK, V.M.; MORAES, A.A.; GURIDI, F. Distribuição da matéria orgânica e características de ácidos húmicos em solos com adição de resíduos de origem urbana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 12, p. 1529-1538, 2001.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; MOREIRA, F. M. S.; CURI, N. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 631-637, 2009.

CARNEIRO, M. A. C.; CARVALHO MELO, L. B.; ASSIS, P. C. R.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B.; SILVEIRA NETO, A. N. Atributos bioquímicos em dois solos de cerrado sob diferentes sistemas de manejo e uso. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiás, v. 38, n. 4, p. 276-283, 2008

CHAN, K. Y.; BOWMAN, A.; OATES, A. Oxidizable organic carbon fractions and soil quality changes in an Paleustalf under different pasture leys. **Soil Science**, Baltimore, v. 166, n.1, p. 61-67, 2001.

CHEFETZ, B.; HATCHER, P.; HADAR, Y. & CHEN, Y. Chemical and biological characterization of organic matter during composting of municipal solid waste. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.25, p. 776-785, 1996.

CONANT, R.T., DRIJBER, R.A., HADDIX, M.L., PARTON, W.J., PAUL, E.A., PLANTE, A.F., SIX, J., STEINWEG, J.M. Sensitivity of organic matter decomposition to warming varies with its quality. **Global Change Biology**, Oxford, v. 14, p. 1–10. 2008.

CONCEIÇÃO, P. C., AMADO, T. J. C., MIELNICZUK, J., SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 777-788. 2005.

DAVIDSON, E.A.; JANSSENS, I.A. Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. **Nature**, New York, v. 440, n. 7081, p. 165–173, 2006.

DINIZ, L. T.; RAMOS, M. L. G.; VIVALDI, L. J.; ALENCAR, C. M.; JUNQUEIRA, N. R. V. Alterações microbianas e químicas de um Gleissolo sob Macaubeiras nativas em função da variação sazonal e espacial. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 750-762, 2014.

EBELING, A. G.; ESPINDULA JR., A.; VALLADARES, G. S.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G. Propriedades químicas como indicadores ambientais em Organossolos do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, Rio de Janeiro, v. 24, n.1, p.1-6, 2004.

EMBRAPA- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solo**. 3.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2011. 212p.

FALL, D.; DIOUF, D.; ZOUBEIROU, A. M.; BAKHOUM, N.; FAYE, A.; SALL, S. N. Effect of distance and depth on microbial biomass and mineral nitrogen content under *Acacia Senegal* (L.) Willd. trees. **Journal of Environmental Management**, London, v. 95, p. S260-S264, 2012.

FANIN, N.; HÄTTENSCHWILER, S.; BARANTAL, S.; SCHIMANN, H.; FROMIN, N. Does variability in litter quality determine soil microbial respiration in an Amazonian rainforest? **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 43, n. 5, p. 1014-1022, 2011.

FERREIRA, D.F. **SISVAR software**: versão 4.6. Lavras, DEX/ UFLA, 2003.

FONTANA, A.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; BENITES, V. M. Quantificação e utilização das frações húmicas como característica diferencial em horizontes diagnósticos de solos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1241-1257, 2010.

FONTANA, A.; SILVA, C. F. D.; PEREIRA, M. G.; BRITO, R. J. D.; BENITES, V. D. M. Avaliação dos compartimentos da matéria orgânica em área de Mata Atlântica. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 545-550, 2011.

FORD, D. J.; COOKSON, W. R.; ADAMS, M. A.; GRIERSON, P. F. Role of soil drying in nitrogen mineralization and microbial community function in semi-arid grasslands of north-west Australia. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 39, n. 7, p. 1557-1569, 2007.

FREITAS, A. G.; MATOS, E. S.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica e estabilidade de agregados em diferentes sistemas de adubação. In: FERTBIO, 2004, Lages. **Anais...** Lages: UDESC/SBCS, 2004. CD-ROM.

GAMA-RODRIGUES, E. F. da; GAMA-RODRIGUES, A. C. da. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L.S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. de O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. rev. e atual. Porto Alegre: Metrópole, p.159-170. 2008.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; PAULINO, G. M.; FRANCO, A. A. Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1521-1530, 2008.

GIÁCOMO, R. G.; PEREIRA, M. G.; BALIEIRO, F. C. Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição das frações húmicas no solo sob diferentes coberturas florestais. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 1, p. 42-48, 2008.

GONG, W.; YAN, X.Y.; WANG, J.Y.; HU, T.X.; GONG, Y.B. Long-term manuring and fertilization effects on soil organic carbon pools under a wheat–maize cropping system in North China Plain. **Plant and Soil**, Bethlehem, v. 314, n. 1-2, p. 67–76, 2009.

HATI, K.M.; MANDAL, K.G.; MISRA, A.K.; GHOSH, P.K.; BANDYOPADHYAY, K.K. Effect of inorganic fertilizer and farmyard manure on soil physical properties, root distribution, and water-use efficiency of soybean in Vertisols of central India. **Bioresource Technology**, Oxford, v.97, n.16, p.2182-2188, 2006.

HUESO, S.; HERNÁNDEZ, T.; GARCIA, C. Resistance and resilience of the soil microbial biomass to severe drought in semiarid soils: The importance of organic amendments. **Applied Soil Ecology**, Netherlands, v. 50, p. 27–36, 2011.

HUNGATE, B. A.; HART, S. C.; SELMANTS, P. C.; BOYLE, S. I.; GEHRING, C. A. Soil responses to management, increased precipitation, and added nitrogen in ponderosa pine forests. **Ecological Applications**, Tempe, v. 17, n. 5, p. 1352–1365. 2007.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. B.; VIVIAN, R. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiás, v. 38, n. 2, p. 118- -127, 2008.

LEITE, L.F.C.; MENDONÇA, E.S.M.; MACHADO, P.L.O.A.; MATOS, E.S. Total C and N storage and organic C pools of a Red-Yellow Podzolic under conventional and no tillage at the Atlantic Forest Zone, Southeastern Brazil. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne,, v. 41,p, 717-730, 2003.

LOPES, H. S. S.; MEDEIROS, M. G.; SILVA, J. R.; MEDEIROS JÚNIOR, F. A.; SANTOS, M. N.; BATISTA, R. O. Biomassa microbiana e matéria orgânica em solo de Caatinga, cultivado com melão na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n.4, p. 565-570, 2012.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; BRITO, R. J. Distribuição das substâncias húmicas em solos de tabuleiros sob diferentes coberturas vegetais. **Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, 2006.

MAIA, S. M. F., XAVIER, F. A. S., SENNA, O. T., MENDONÇA, E. S., ARAÚJO, J. A. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. **Agroforestry Systems**, Netherlands, v. 71, n. 12, p. 127-138, 2007.

- MAIA, S.M.F.; OGLE, S.M.; CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. Changes in soil organic carbon storage under different agricultural management systems in the Southwest Amazon Region of **Brazil. Soil & Tillage Research**, v. 106, p. 177-184, 2010.
- MALUCHE-BARETTA, C. R. D.; KLAUBERG-FILHO, O.; AMARANTE, C. V. T.; RIBEIRO, G. M.; ALMEIDA, D. Atributos microbianos e químicos do solo em sistemas de produção convencional e orgânico de maçãs no estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 655-665, 2007.
- MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELO, W. J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p.1177-1182, 2000.
- MARTINS, C. M.; COSTA, L. M.; GONÇALVES, C. E.; SCHAEFER, R.; SOARES, E. M. B.; SANTOS, S. R. Frações da matéria orgânica em solos sob formações decíduais no norte de Minas Gerais. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 10 – 20, 2015.
- 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 Ciências do Solo*, Viçosa, v.34, p.1883-1890, 2010
- MARTINS, C.M. **Atributos de solos e sua relação com o processo de desertificação no semi-árido de Pernambuco**. 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, UFRPE, 2009.
- MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo; métodos de análises**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, p. 107, 2005.
- MENEZES, R.; SAMPAIO, E.; GIONGO, V.; PÉREZ-MARIN, A. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga biome. **Brazilian Journal of Biology**, Brasília, v. 72, p. 643–653, 2012.
- PEZARICO, C. R.; VITORINO, A. C. T.; MERCANTE, F. M.; DANIEL, O. **Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais**. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 56, n. 1, p. 40-47, 2013. PIAO, H. C.; HONG, Y. T.; YUAN, Z. Y. Seasonal changes of microbial biomass carbon related to climatic factors in soil from Karst areas of southwest China. *Biology and Fertility of Soils*, Berlin, v. 30, n. 4, p. 294-297, 2000.
- PURAKAYASTHA, T.J.; RUDRAPPA, L.; SINGH, D.; SWARUP, A.; BHADRARAY, S. Long-term impact of fertilizers on soil organic carbon pools and sequestration rates in maize–wheat–cowpea cropping system. **Geoderma**, Amsterdam, v. 144, n. 1, p. 370–378, 2008.
- ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, F. B.; SANTOS, J. C. F.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana do solo: fração mais ativa da matéria orgânica. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados – MS, Embrapa Agropecuária Oeste, 2006, 163-198 p.
- RUDRAPPA, L.; PURAKAYASTHA, T. J.; SINGH, D.; BHADRARAY, S. Long-term manuring and fertilization effects on soil organic carbon pools in a Typic Haplustep of semi-arid sub-tropical India. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 88, n. 1, p.180–192, 2006.

SAMPAIO, E. V. S. B.; COSTA, T. L. Estoques e fluxos de carbono no semiárido nordestino: estimativas preliminares. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 6, p. 1275-1291, 2011.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SAMPAIO, Y.; VITAL, T.; ARAÚJO, M.S.B.; SAMPAIO, G.R. **Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência**. Recife, Ed. Universitária da UFPE. 2003.

SANTOS, L. L.; LACERDA, J. J. J.; ZINN, Y. L. Partição de substâncias húmicas em solos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, p. 955-968, 2013.

SAVIOZZI, A.; LEVI-MINZI, R.; CARDELLI, R.; RIFFALDI, R. A comparison of soil quality in adjacent cultivated, forest and native grassland soils. **Plant and Soil**, Bethlehem, v. 233, n. 2, p. 251–259, 2001.

SHEN, W. J.; REYNOLDS, J. F.; HUI, D. F. Responses of dryland soil respiration and soil carbon pool size to abrupt vs. gradual and individual vs. combined changes in soil temperature, precipitation and atmospheric [CO<sub>2</sub>]: a simulation analysis. **Global Change Biology**, Oxford, v. 15, p. 2274–2294. 2009.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. **Matéria orgânica do solo**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Cap.6, p.274-374, 2007.

SILVA, J. C. D.; WENDLING, B.; CAMARGO, R. D.; MENDONÇA, L. B. P.; FREITAS, M. D. C. M. D. Análise comparativa entre os sistemas de preparo do solo: Aspectos técnicos e econômicos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1- 11, 2011.

SILVA, M.B.; KLIEMANN, H.J.; SILVEIRA, P.M.; LANNA, A.C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 1755-1761, 2007.

SILVA, R. R. D.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; MOREIRA, F. M. D. S.; CURI, N.; ALIVISI, A. M. T. Biomassa e atividade microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica Campos das Vertentes - MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1585-1592, 2010.

SOUSA, S.M.S.C. 2006. **Relações entre vegetação, relevo, fertilidade do solo e matéria orgânica em bacia hidrográfica de região semiárida**. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós Graduação em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2006.

SWIFT, R. S. Organic matter characterization. In: SPARKS, D. L.; PAGE, A. L.; HELMKE, P. A.; LOEPPERT, R. H.; SOLTANPOUR, P. N.; TABATABAI, M. A.; JOHNSTON, C. T.; SUMNER, M. E. (Ed.) **Methods of soil analysis**. Madison, Soil Science Society of America/American Society of Agronomy, 1996. p.1011-1020.

TATE, K. R.; ROSS, D. J.; FELTHAM, C. W. A direct extraction method to estimate microbial C: effects of experimental variables and some different Calibration procedures. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 20, n. 3, p. 329-335, 1988.

VANCE, E. D.; NADKARNI, N. M. Root biomass distribution in a moist tropical montane forest. **Plant and Soil**, Bethlehem, v. 142, n. 1, p. 31-39, 1992.

WAN, S.; NORBY, R.J.; LEDFORD, J.; WELTZIN, J.F. Responses of soil respiration to elevated CO<sub>2</sub>, air warming, and changing soil water availability in a model old-field grassland. **Global Change Biology**, Oxford, v. 13, n. 11, p. 2411–2424. 2007.

XAVIER, F. A. S.; MAIA, S. M. F.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba – CE, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 427 – 258, 2006.

XU, Z. F.; HU, R.; XIONG, P.; WAN, C.; CAO, G.; LIU, Q. Initial soil responses to experimental warming in two contrasting forest ecosystems, Eastern Tibetan Plateau, China: nutrient availabilities, microbial properties and enzyme activities. **Applied Soil Ecology**, Netherlands, v. 46, n. 2, p. 291–299. 2010.

YANG, C. M.; YANG, L. Z.; ZHU, O. Y. Organic carbon and its fractions in paddy soil as affected by different nutrient and water regimes. **Geoderma**, Amsterdam, v. 124, n. 1, p.133–142, 2005.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.



#### **4 ATRIBUTOS BIOLÓGICOS E ÍNDICE DE MANEJO DE CARBONO EM CAATINGA NATIVA E USO AGROPECUÁRIO NO AGRESTE E SERTÃO DE PERNAMBUCO**

##### **Resumo**

Levantamentos climatológicos indicam mudanças nos padrões climáticos mundiais. No Estado de Pernambuco, essas previsões focam, principalmente, nos ambientes do Agreste e do Sertão. Estudos de monitoramento no tempo são essenciais para avaliar a magnitude da dinâmica temporal nos atributos dos solos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a variação de atributos biológicos e índices de manejo de carbono em solos de Caatinga nas regiões do Agreste e Sertão de Pernambuco em estações secas e chuvosas. Foram coletadas amostras de solos nos ambientes: Agreste e Sertão de Pernambuco. Em cada ambiente foram escolhidas 10 áreas, sendo cinco sob Caatinga Nativa (CN) e cinco referentes a usos agrícolas (AGR). A amostragem foi realizada a partir de cinco amostras simples por camada (0-5, 5-10 e 10-20 cm), para formar uma amostra composta. Em cada área foram coletadas três amostras compostas. As coletas foram realizadas semestralmente durante dois anos, com início em set/2014 e término em jun/2016, sendo duas coletas na estação seca (ES1 e ES3) e duas em estação chuvosa (EC2 e EC4). Nas amostras de solo foram realizadas análises de atributos biológicos: carbono solúvel em água (CSA), carbono orgânico total (COT), carbono da biomassa microbiana do solo (CBM), respiração basal do solo (RBS), quociente microbiano (qMIC), quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>), carbono lábil (CL), carbono não-lábil (CNL), labilidade (L), índice de labilidade (IL), índice de compartimento de carbono (ICC) e índice de manejo de carbono (IMC). Os resultados foram avaliados por métodos de análise multivariada, por componentes principais e agrupamentos, para distinguir os solos em função da cobertura e dos períodos de coleta. Os atributos que melhor explicam a variabilidade temporal dos usos do solo no Agreste são COT, qMIC, CL, ICC, IL e IMC, e para o Sertão COT, ICC, L e IMC. O método de ACP distinguiu as coberturas do solo no Agreste e Sertão. Os atributos biológicos não foram conclusivos para distinção da estação seca e chuvosa. A conversão de CN em uso AGR provoca maiores impactos negativos no Agreste em relação ao Sertão.

**Palavras Chaves:** Atividade microbiana. Matéria orgânica. Qualidade do solo.

## **BIOLOGICAL ATTRIBUTES AND CARBON MANAGEMENT INDUSTRY IN NATIVE CAATINGA AND AGRICULTURAL USE DO NOT AGGRAVATE AND BE FROM PERNAMBUCO**

### **Abstract**

Climate surveys indicate changes in global weather patterns. In the State of Pernambuco, these forecasts focus mainly on Agreste and Sertão environments. Timeless monitoring studies are essential to assess a magnitude of temporal dynamics in soil attributes. The objective of this work was to evaluate the variation of biological attributes and carbon management indices in Caatinga soils in the Agreste and Sertão regions of Pernambuco in dry and rainy seasons. Soil samples were collected in the environments: Agreste and Sertão de Pernambuco. In each environment, 10 areas were chosen, five of them under native Caatinga (CN) and five referring to agricultural uses (AGR). Sampling was performed from five single samples per layer (0-5, 5-10 and 10-20 cm) to form a composite sample. In each area three composite samples were collected. The collection was carried out every six months for two years, starting in Sep / 2014 and ending in June 2016, with two collections in the dry season (ES1 and ES3) and two in the rainy season (EC2 and EC4). Soil samples were analyzed for biological attributes: CSA water soluble carbon, total organic carbon (COT), soil microbial biomass carbon (CBM), basal soil respiration (RBS), microbial quotient (qMIC), metabolic quotient (LC), non-labile carbon (CNL), lability (L), lability index (IL), carbon compartment index (ICC) and carbon management index (BMI). The results were analyzed by multivariate analysis, by main components and clusters, to distinguish the soils according to the coverage and the collection periods. The attributes that best explain the temporal variability of non-Agreste land uses are COT, qMIC, CL, ICC, IL and IMC, and for the COT, ICC, L and BMI backlands. The ACP method distinguished as soil cover in Agreste and Sertão. The results were not conclusive for the dry and rainy season. A CN conversion in AGR use causes greater negative impacts on the Agreste in relation to the Sertão.

**Keywords:** Microbial activity. Organic matter. Soil quality.

## 4.1 Introdução

No Semiárido brasileiro, área do bioma Caatinga, a precipitação pluvial é caracterizada pela variabilidade espaço-temporal. Isso resulta em frequentes ocorrências de longos períodos sem chuvas, devido aos baixos totais anuais da região. Ocorrem, também, os períodos de veranicos, com consequente eventos de seca por anos consecutivos (CORREIA et al., 2011).

Os levantamentos climatológicos indicam alterações em diversas regiões do planeta, e a avaliação de séries temporais torna-se importante como instrumento para, através do comportamento passado, prever e avaliar as tendências futuras (CARGNELUTTI FILHO et al., 2008).

Realmente, a vegetação nativa nestas áreas vem sendo retirada de forma acelerada, devido à retirada ilegal e insustentável de lenha em áreas de vegetação nativa para uso doméstico e industrial, ao sobrepastoreio, assim como, para conversão destas áreas para uso agropecuário (MMA, 2013).

De acordo com França (2011), nos ecossistemas naturais, quando a vegetação nativa é convertida em uso agrícola, cerca de 50% do carbono orgânico do solo é perdido até a profundidade de 20 cm. Justamente nesta camada superficial é que ocorre o enriquecimento do solo em matéria orgânica. Isto justifica que, na maioria dos estudos de matéria orgânica do solo (MOS), são avaliados intervalos de amostragem nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm (ALVEAR et al., 2005; ROLDÁN et al., 2005; MADEJÓN et al., 2007).

A MOS, geralmente avaliada por meio do carbono orgânico total (COT), é o atributo do solo inicialmente utilizado para detectar alterações na qualidade do solo em função do manejo e do tempo de uso (MIELNICZUCK, 2008). No entanto, devido à multifuncionalidade do solo, uma única propriedade não deve ser utilizada como indicadora geral de mudanças na qualidade do solo (PAZ-FERREIRO; FU, 2013).

Como, em geral, não se consegue detectar adequadamente pequenas alterações na dinâmica do carbono no solo apenas com o COT (JACINTHE et al., 2011), atributos biológicos do solo têm sido utilizados como indicadores mais eficientes na avaliação dos manejos utilizados no solo, uma vez que os micro-organismos estão diretamente envolvidos em processos fundamentais dos ecossistemas como a mineralização, imobilização e ciclagem de nutrientes (KASCHUK et al., 2011).

Por outro lado, avaliações temporais são essenciais para o conhecimento da magnitude da dinâmica dos atributos biológicos do solo, em função das mudanças climáticas que estão ocorrendo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variação de atributos biológicos e índices de manejo de carbono em solos de Caatinga no Agreste e no Sertão de Pernambuco, sob vegetação nativa e cultivo agrícola, em estação seca e chuvosa.

## **4.2 Material e Métodos**

### **4.2.1. Caracterização das áreas de estudo e amostragem**

O estudo foi conduzido em áreas de Caatinga no estado de Pernambuco. As áreas foram escolhidas nas mesorregiões do Agreste e do Sertão, sendo selecionadas reservas ou unidades de conservação da Caatinga (Tabela 1). Em cada uma, foram utilizadas duas áreas, uma sob vegetação de Caatinga Nativa (CN), considerada como referência, e uma sob cultivo agropecuário (AGR), em uso ou desmatada, situada nas proximidades ou dentro da mesma unidade de conservação.

A amostragem foi realizada em uma subárea não ultrapassando a dimensão de 100 m<sup>2</sup>, sendo coletadas três amostras compostas (formadas por 5 amostras simples, cada), nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, sendo utilizadas três repetições por área nos ambientes e coberturas (CN e AGR). Ou seja, foram três amostras compostas por área de CN e três sob uso AGR nas mesmas condições de solo para o Agreste e para o Sertão. As coletas foram realizadas em períodos ao longo de dois anos: Setembro a Dezembro/2014 (Estação seca, ES1), Março a Junho/2015 (Estação chuvosa, EC1), Setembro a Dezembro/2015 (Estação seca, ES2) e Março a Junho/2016 (Estação chuvosa, EC2), conforme dados climatológicos de cada município nos ambientes de Agreste e Sertão (Figura 1).

Com os resultados obtidos por camada, foi calculada a média ponderada de cada variável (CSA, COT, CBM, RBS, qMIC, qCO<sub>2</sub>, CL, CNL, ICC, L, IL e IMC), considerando-se a profundidade total estudada de 0-20 cm.

Os dados de precipitação real nos municípios do semiárido, onde foram realizadas as coletas possibilita verificar as épocas de amostragem dos solos específico para cada área de coleta (Figura 1).

Tabela 1. Localização geográfica e histórico de uso das áreas do Semiárido de Pernambuco

| Município                   | Manejo           | Coordenadas                             | Alt. <sup>3</sup><br>(m) | Histórico de Uso                                                                                   |
|-----------------------------|------------------|-----------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Buíque 1<br>(BQ1)           | CN <sup>1</sup>  | 08° 54' 27,3'' S<br>36° 29' 41,5'' W    | 717                      | Caatinga nativa. Vegetação arbustiva. Acesso a alguns animais.                                     |
|                             | AGR <sup>2</sup> | 08° 30' 04,7'' S<br>037° 18' 42,1'' W   | 788                      | Área com pasto raleado e com algumas áreas descobertas.                                            |
| Buíque 2<br>(BQ2)           | CN               | 038° 31' 17,6'' S<br>0,37° 14' 10,1'' W | 851                      | Caatinga nativa. Vegetação herbácea e densa.                                                       |
|                             | AGR              | 038° 31' 18,1'' S<br>037° 15' 11,7'' W  | 979                      | Área de pousio, com presença de vegetação herbácea densa                                           |
| Caruaru<br>(CAR)            | CN               | 08° 13' 54,2'' S<br>035° 55' 12,7'' W   | 396                      | Caatinga nativa arbórea-arbustiva. Densa.                                                          |
|                             | AGR              | 08° 14' 22,8'' S<br>035° 55' 12,7'' W   | 429                      | Área com revolvimento e uso de rotação de culturas (milho, sorgo).                                 |
| São Caetano<br>(SC)         | CN               | 08° 14' 21,5'' S<br>036° 11' 14,1'' W   | 635                      | Caatinga nativa arbustiva-arbórea. Densa. Mais de 14 anos como unidade de conservação              |
|                             | AGR              | 07° 58' 02,8'' S<br>038° 23' 00,3'' W   | 474                      | Área descoberta e com presença de animais.                                                         |
| Serra<br>Talhada 1<br>(ST1) | CN               | 07° 58' 49'' S<br>038° 22' 37,5'' W     | 583                      | Área de Caatinga nativa arbórea, sem nenhuma interferência antrópica.                              |
|                             | AGR              | 07° 58' 22'' S<br>038° 18' 47'' W       | 564                      | Histórico de cultivo de algodão arbóreo e consórcio de milho+ feijão                               |
| Serra<br>Talhada 2<br>(ST2) | CN               | 07° 51' 27,0'' S<br>038° 22' 57'' W     | 542                      | Área de Caatinga arbórea-arbustiva com interferência humana, sob recuperação                       |
|                             | AGR              | 07° 51' 32,0'' S<br>038° 20' 56'' W     | 509                      | Área com históricos de cultivo com pastagem, atualmente em revegetação com espécies arbustivas.    |
| Serra<br>Talhada 3<br>(ST3) | CN               | 07° 57' 50,0'' S<br>038° 22' 58,6'' W   | 427                      | Área de Caatinga Nativa arbórea, sem interferência antrópica                                       |
|                             | AGR              | 07° 56' 49,7'' S<br>038° 23' 26'' W     | 429                      | Área de pasto e acesso a Bovinos nas áreas.                                                        |
| Serra<br>Talhada 4<br>(ST4) | CN               | 08° 06' 11,4'' S<br>038° 04' 36,3'' W   | 515                      | Caatinga nativa arbórea-arbustiva e densa.                                                         |
|                             | AGR              | 08° 06' 05,6'' S<br>038° 04' 42,4'' W   | 514                      | Área com plantio de melancia, milho, feijão e mandioca, em consórcio e rotação de culturas.        |
| Parnamirim<br>(PAR)         | CN               | 08° 04' 46,8'' S<br>039° 31' 09,1'' W   | 430                      | Caatinga nativa. Vegetação arbórea, arbustiva. Com retirada de madeira.                            |
|                             | AGR              | 08° 04' 34,4'' S<br>039° 31' 14,6'' W   | 430                      | Área descoberta e com pouco acesso a animais, principalmente caprinos e ovinos.                    |
| Serrita<br>(SER)            | CN               | 07° 59' 09,1'' S<br>039° 24' 55'' W     | 445                      | Caatinga nativa. Vegetação arbóreo-arbustiva. Aproximadamente 10 anos como unidade de conservação. |
|                             | AGR              | 07° 59' 07,8'' S<br>039° 24' 54,9'' W   | 438                      | Área com pouco acesso a animais e pasto ralo.                                                      |

<sup>1</sup>Caatinga nativa; <sup>2</sup>Área agrícola; <sup>3</sup>Altitude

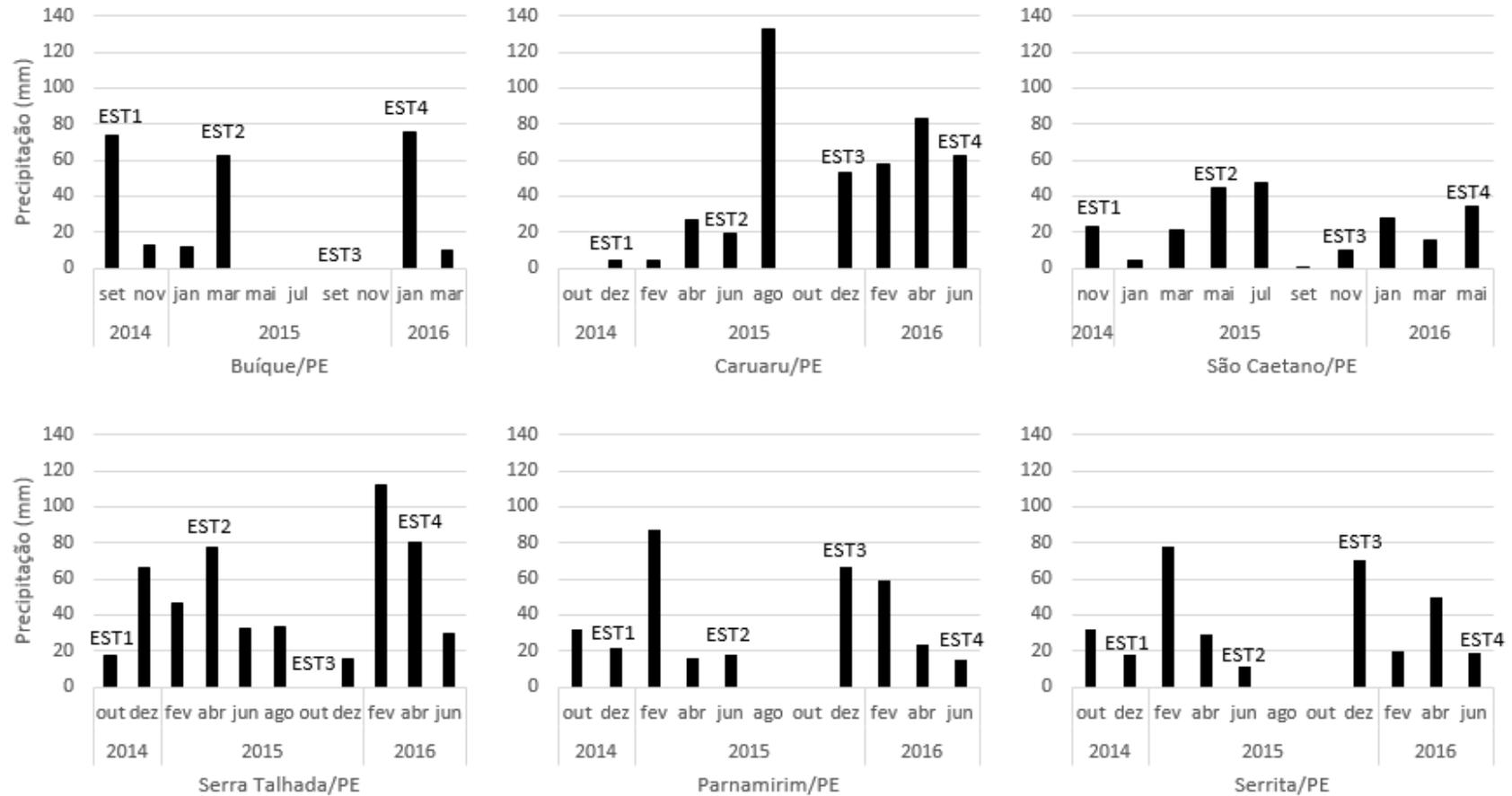


Figura 1. Média histórica de precipitação pluvial mensal nos municípios onde ocorreram as coletas de solos no Semiárido (Caruaru, São Caetano e Buíque, Serra Talhada, Serrita e Parnamirim), Pernambuco. Fonte: APAC- Agência Pernambucana de Águas e Climas, Estação Recife, PE. <http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php/Estação Recife, PE>

Tabela 2. Variáveis biológicas e métodos utilizados para análise das amostras de solos do Agreste e Sertão de Pernambuco

| Variáveis biológicas<br>e<br>Índices de manejo<br>de carbono                          | Descrição e Método                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COT<br>g kg <sup>-1</sup>                                                             | Carbono orgânico total – determinado pelo método da oxidação da matéria orgânica com o dicromato de potássio, segundo EMBRAPA (2011)                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| CBM<br>mg C-CBM kg <sup>-1</sup> solo<br>seco                                         | Carbono da biomassa microbiana do solo – determinado por irradiação, conforme Vance et al. (1987) e Tate et al. (1988).                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| RBS<br>mg C-CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup><br>solo hora <sup>-1</sup>               | Respiração basal do solo – obtido pelo método sugerido por Mendonça e Matos (2005)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| CSA<br>mg C kg <sup>-1</sup> solo                                                     | Carbono solúvel em água – obtido pelo método descrito por Mendonça e Matos (2005).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| qCO <sub>2</sub><br>mg C-CO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> C-<br>CBM hora <sup>-1</sup> | Quociente metabólico – representado pela relação entre respiração do solo e carbono da biomassa microbiana (RBS/CBM), de acordo com Anderson e Domisch (1990)                                                                                                                                                                                                                                                  |
| qMIC<br>%                                                                             | Quociente microbiano – calculado pela relação entre carbono da biomassa microbiana do solo e carbono orgânico total (CBM/COT) (SPARLING, 1992).                                                                                                                                                                                                                                                                |
| CL, CNL<br>g kg <sup>-1</sup>                                                         | CL – carbono lábil, considerando a fração F1 do método de fracionamento de carbono, adaptado de Chan et al. (2001) como sugerido por Rangel et al. (2008). CNL – carbono não lábil, obtido pela diferença entre COT-CL                                                                                                                                                                                         |
| ICC, L, IL,<br>g kg <sup>-1</sup>                                                     | ICC – índice de compartimento de carbono, estimado pela relação entre COT da área cultivada e COT da área de referência (COTcultivado/COTreferência); L – labilidade, calculado pela relação entre carbono lábil e carbono não lábil (CL/CNL), IL – índice de labilidade, calculado pela relação entre a labilidade do solo cultivado e a labilidade do solo na área de referência (Lcultivado/Lreferência); e |
| IMC<br>(%)                                                                            | IMC - índice de manejo de carbono, obtido com o índice de compartimento de carbono e o índice de labilidade (ICC x IL x 100), de acordo com Blair et al. (1995).                                                                                                                                                                                                                                               |

#### 4.2.2. Análises estatísticas e interpretação dos resultados

Por se tratar de um trabalho de amostragem, os resultados obtidos foram analisados e comparados entre si por meio de estatística descritiva, com destaque aos valores médios, máximos, mínimos, desvio padrão e coeficiente de variação. Na análise do coeficiente de variação (CV) foi adotado o critério proposto por Warrick e Nielsen

(1980), onde os coeficientes foram classificados em três níveis: baixo ( $CV < 12\%$ ), médio ( $12\% < CV < 62\%$ ) e alto ( $CV > 62\%$ ).

Também foram realizadas análise de correlação linear de Pearson, e os procedimentos estatísticos multivariados. A análise de componentes principais (ACP) foi utilizada para a avaliação dos atributos biológicos do solo, permitindo a redução de variáveis em casos em que ocorreram multicolinearidade nas variáveis independentes (SOUZA, 2001).

### 4.3 Resultados e Discussão

Os teores médios de COT na CN e uso AGR foram de 7,64 e 5,61  $g\ kg^{-1}$ , no Agreste, e de 5,94 e 4,62  $g\ kg^{-1}$ , no Sertão, respectivamente (Tabelas 3 e 4). Estes valores são inferiores aos encontrados por Oliveira-Filho et al. (2017) que, avaliando área de floresta nativa e cultivo de cana de açúcar na Caatinga, encontraram valores médios de 14,90  $g\ kg^{-1}$  no Ceará. Contudo, com base em levantamentos de dados nas ordens de solos que cobrem o semiárido brasileiro, os valores citados por Menezes et al. (2012), são de 12,3  $g\ kg^{-1}$  em Vertissolos e Cambissolos, 10,4 e 11,8  $g\ kg^{-1}$  em Luvisolos e Neossolos litólicos, mais elevados que os do presente estudo. Entretanto, os mesmos autores citam classes de solos com valores condizentes com os resultados aqui obtidos. Em Latossolos e Argissolos relatam que o COT fica entre 8,9 e 9,7  $g\ kg^{-1}$ , e em Neossolos Regolíticos e Planossolos, os valores estão entre 4,9 e 7,4  $g\ kg^{-1}$ , demonstrando que as variações também são verificadas em função da classe de solo estudada. Por outro lado, estes dados são de levantamentos de solos em áreas sem nenhuma ação antrópica. Quando a avaliação é feita em relação à cobertura do solo, os valores de COT podem decrescer ou não em função da conversão CN em uso AGR, como avaliados no presente estudo.

No ambiente Agreste, apenas o  $qCO_2$  na CN apresentou amplitude elevada entre os valores mínimos e máximos (0,02 e 0,07  $mg\ mg^{-1}$ ), sugerindo diferenças na eficiência da biomassa microbiana em utilizar o carbono em alguma estação avaliada. Altos valores desta variável podem proporcionar maiores perdas de carbono via liberação de  $CO_2$  e menor incorporação nos tecidos microbianos (FERREIRA, 2014). No entanto, quando a biomassa microbiana se torna mais eficiente, menos  $CO_2$  é

perdido para a atmosfera e maior proporção de carbono é incorporada à biomassa microbiana, resultando em menores valores de  $qCO_2$  (CUNHA et al., 2011). Isto também foi observado no Agreste (Tabela 1). Esta variação nos valores de  $qCO_2$  nas estações de coleta avaliadas podem estar associadas às variações de precipitação nas áreas (Figura 2). Nos períodos chuvosos, pode ocorrer diminuição da atividade metabólica pela lixiviação de nutrientes no perfil do solo. Assim, fatores externos podem ter dificultado a ativação mais eficiente do metabolismo microbiano, comprometendo a assimilação do carbono lábil do solo (BALOTA et al., 2004). No presente estudo, foram observados valores de  $qCO_2$  superiores aos obtidos por Martins et al. (2010), em áreas de Caatinga no município de Floresta-PE, entre 0,01 e 0,03  $mg\ mg^{-1}$  nas estações seca e chuvosa, respectivamente.

Tabela 3. Valores médios, máximos, mínimos, desvio padrão e coeficiente de variação das variáveis biológicas avaliadas nos solos de áreas sob Caatinga nativa e cultivo agrícola no Agreste de Pernambuco

|                 | CSA <sup>1</sup> | COT <sup>2</sup> | CBM <sup>3</sup> | RBS <sup>4</sup> | qMIC <sup>5</sup> | qCO <sub>2</sub> <sup>6</sup> | CL <sup>7</sup> | CNL <sup>8</sup> | ICC <sup>9</sup> | L <sup>10</sup> | IL <sup>11</sup> | IMC <sup>12</sup> |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| Caatinga Nativa |                  |                  |                  |                  |                   |                               |                 |                  |                  |                 |                  |                   |
| Média           | 59,27            | 7,64             | 158,81           | 122,82           | 2,24              | 0,04                          | 3,23            | 4,42             | 1,00             | 0,80            | 1,00             | 100,00            |
| Máx.            | 94,61            | 8,43             | 175,34           | 176,13           | 2,93              | 0,07                          | 3,70            | 5,35             | 1,00             | 1,34            | 1,00             | 100,00            |
| Mín.            | 29,97            | 6,47             | 115,96           | 87,59            | 1,82              | 0,02                          | 3,05            | 2,77             | 1,00             | 0,57            | 1,00             | 100,00            |
| S               | 27,61            | 0,83             | 28,63            | 38,74            | 0,47              | 0,03                          | 0,32            | 1,13             | 0,00             | 0,36            | 0,00             | 0,00              |
| CV(%)           | 46,57            | 10,89            | 18,03            | 31,54            | 21,15             | 71,31                         | 9,81            | 25,68            | 0,00             | 45,16           | 0,00             | 0,00              |
| Agrícola        |                  |                  |                  |                  |                   |                               |                 |                  |                  |                 |                  |                   |
| Média           | 56,79            | 5,61             | 146,82           | 119,65           | 2,82              | 0,04                          | 1,89            | 3,72             | 0,83             | 0,52            | 0,69             | 56,77             |
| Máx.            | 77,56            | 6,17             | 163,42           | 209,32           | 3,01              | 0,06                          | 2,18            | 4,27             | 0,85             | 0,69            | 0,78             | 66,02             |
| Mín.            | 38,10            | 5,32             | 139,35           | 78,44            | 2,54              | 0,02                          | 1,66            | 3,14             | 0,77             | 0,44            | 0,52             | 44,15             |
| S               | 19,19            | 0,39             | 11,15            | 60,38            | 0,22              | 0,02                          | 0,22            | 0,46             | 0,04             | 0,12            | 0,12             | 9,16              |
| CV(%)           | 33,79            | 6,98             | 7,59             | 50,47            | 7,65              | 46,59                         | 11,54           | 12,45            | 4,50             | 23,02           | 16,97            | 16,14             |

<sup>1</sup>Carbono solúvel em água ( $mg\ C\ kg^{-1}$  solo); <sup>2</sup>Carbono orgânico total do solo ( $g\ kg^{-1}$ ); <sup>3</sup>Carbono da biomassa microbiana ( $mg\ C-CBM\ kg^{-1}$  solo); <sup>4</sup>Respiração basal do solo ( $mg\ C-CO_2\ kg^{-1}\ dia^{-1}$  solo); <sup>5</sup>Quociente microbiano (%); <sup>6</sup>Quociente metabólico ( $mg\ C-CO_2\ mg^{-1}\ C-CBM\ dia^{-1}$ ); <sup>7</sup>Carbono lábil ( $-g\ kg^{-1}$ ); <sup>8</sup>Carbono não lábil ( $g\ kg^{-1}$ ); <sup>9</sup>Índice de compartimento de carbono ( $g\ kg^{-1}$ ); <sup>10</sup>Labilidade ( $g\ kg^{-1}$ ); <sup>11</sup>Índice de labilidade ( $g\ kg^{-1}$ ); <sup>12</sup>Índice de manejo de carbono (%)

As variáveis ICC, IL e IMC são índices baseados em uma área considerada como referência, que neste estudo, foram consideradas as áreas de CN. Para os índices avaliados, os obtidos nas áreas de CN representaram os valores máximos, e os das áreas de AGR foram relacionados a estes das áreas de CN.

O IMC, tratado como índice mais relevante em relação aos demais, mede as alterações nos estoques de carbono orgânico em função da labilidade no solo (NICOLOSO, 2005), e os valores inferiores a 100 indicam práticas prejudiciais a manutenção da matéria orgânica e da qualidade do solo (BLAIR et al., 1995; BONA, 2005; SILVA et al., 2011).

Avaliando o IMC nos ambientes Agreste e Sertão conjuntamente, pode-se observar que no Sertão a conversão de CN em área de uso AGR promoveu maior impacto negativo, quando comparado aos solos das áreas do Agreste (Tabelas 3 e 4). Fraga (2002), avaliando IMC na Caatinga, também observou que os valores de IMC reduziram para 67% em área de Caatinga raleada e de 47% para área de cultivo degradado. Da mesma forma, Sousa (2009) encontrou valores de IMC variando de 29,5 a 50% em áreas de sobrepastejo e de 58,5 a 72,39% em áreas de pousio, detectando o impacto negativo na conversão de vegetação nativa em áreas sob uso agropecuário.

Tabela 4. Valores médios, máximos, mínimos, desvio padrão e coeficiente de variação das variáveis biológicas avaliadas nos solos de áreas sob Caatinga nativa e cultivo agrícola no Sertão de Pernambuco

|                 | CSA <sup>1</sup> | COT <sup>2</sup> | CBM <sup>3</sup> | RBS <sup>4</sup> | qMIC <sup>5</sup> | qCO <sub>2</sub> <sup>6</sup> | CL <sup>7</sup> | CNL <sup>8</sup> | ICC <sup>9</sup> | L <sup>10</sup> | IL <sup>11</sup> | IMC <sup>12</sup> |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| Caatinga Nativa |                  |                  |                  |                  |                   |                               |                 |                  |                  |                 |                  |                   |
| Média           | 60,15            | 6,30             | 143,01           | 154,91           | 2,52              | 0,04                          | 3,02            | 5,55             | 1,00             | 0,63            | 1,00             | 100,00            |
| Máx.            | 74,86            | 6,75             | 178,04           | 233,13           | 3,33              | 0,05                          | 3,71            | 6,49             | 1,00             | 1,17            | 1,00             | 100,00            |
| Min.            | 47,64            | 5,73             | 116,48           | 107,78           | 1,94              | 0,03                          | 2,19            | 2,92             | 1,00             | 0,34            | 1,00             | 100,00            |
| S               | 11,52            | 0,42             | 30,79            | 54,79            | 0,65              | 0,01                          | 0,68            | 1,75             | 0,00             | 0,37            | 0,00             | 0,00              |
| CV(%)           | 19,15            | 6,72             | 21,53            | 35,37            | 25,93             | 32,00                         | 22,38           | 31,54            | 0,00             | 58,89           | 0,00             | 0,00              |
| Agrícola        |                  |                  |                  |                  |                   |                               |                 |                  |                  |                 |                  |                   |
| Média           | 66,96            | 4,85             | 138,19           | 138,29           | 3,51              | 0,03                          | 2,40            | 5,83             | 0,77             | 0,41            | 0,80             | 61,90             |
| Máx.            | 101,72           | 5,67             | 198,97           | 237,20           | 4,23              | 0,04                          | 2,95            | 7,44             | 0,84             | 0,46            | 1,09             | 91,89             |
| Min.            | 43,28            | 4,08             | 84,07            | 100,00           | 2,76              | 0,02                          | 1,96            | 5,28             | 0,71             | 0,37            | 0,34             | 25,48             |
| S               | 25,10            | 0,65             | 49,41            | 66,34            | 0,81              | 0,01                          | 0,41            | 1,07             | 0,05             | 0,04            | 0,33             | 27,68             |
| CV(%)           | 37,48            | 13,47            | 35,76            | 47,97            | 23,19             | 34,01                         | 17,17           | 18,35            | 7,02             | 9,53            | 41,58            | 44,72             |

<sup>1</sup>Carbono solúvel em água (mg C kg<sup>-1</sup> solo); <sup>2</sup>Carbono orgânico total do solo (g kg<sup>-1</sup>); <sup>3</sup>Carbono da biomassa microbiana (mg C-CBM kg<sup>-1</sup> solo); <sup>4</sup>Respiração basal do solo (mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> solo); <sup>5</sup>Quociente microbiano (%); <sup>6</sup>Quociente metabólico (mg C-CO<sub>2</sub> mg<sup>-1</sup> C-CBM dia<sup>-1</sup>); <sup>7</sup>Carbono lábil (-g kg<sup>-1</sup>); <sup>8</sup>Carbono não lábil (g kg<sup>-1</sup>); <sup>9</sup>Índice de compartimento de carbono (g kg<sup>-1</sup>); <sup>10</sup>Labilidade (g kg<sup>-1</sup>); <sup>11</sup>Índice de labilidade (g kg<sup>-1</sup>); <sup>12</sup>Índice de manejo de carbono (%)

Por outro lado, também foram observados valores máximos de IMC em áreas de uso AGR superiores aos de CN, como no ambiente Sertão, com IMC máximo de 105,68

(Tabela 4). Quando isto acontece, é porque a conversão de CN em AGR promoveu melhoria no que se refere aos estoques de C. Comportamento semelhante foi observado por Schiavo et al. (2011) ao compararem as áreas de vegetação nativa, agricultura anual e pastagem, observando nas áreas de uso agrícola valores de IMC superiores ou próximos aos das áreas de vegetação nativa. Isto pode estar relacionado ao manejo adotado em algumas áreas de uso agrícola no Sertão (Tabela 4), em que a utilização de consórcio e rotação de culturas, pode estar permitindo aporte contínuo de matéria orgânica, incorporação de resíduos vegetais, contribuindo com a diversidade de micro-organismos do solo e melhorando a qualidade do solo.

A RBS no Agreste e no Sertão, tanto para áreas de CN quanto para áreas de uso AGR, tiveram grande amplitude entre valores máximos e mínimos (Tabelas 3 e 4). Para as áreas de uso AGR, a variação ocorreu de forma mais acentuada, com valores entre 78,44 a 209,32 mg kg<sup>-1</sup> no Agreste, e de 93,54 a 231,70 mg kg<sup>-1</sup> no Sertão. Corroborando Araújo et al. (2008a), ao avaliarem a emissão de CO<sub>2</sub> em área de Caatinga no semiárido da Paraíba, obtiveram valores que variaram de 30,00 a 128,80 mg kg<sup>-1</sup>. Embora a RBS seja influenciada pela disponibilidade de C no solo, este indicador possui estreita relação com as condições abióticas do solo, entre elas, a umidade e a temperatura (CATTELAN; VIDOR, 1990; ALEF; NANNIPIERE, 1995; ESPINDOLA et al., 2001; BASTIDA et al., 2008).

Algumas correlações de Pearson testadas entre as variáveis dos solos do Agreste tiveram valores significativos com precisão de  $p < 0,05$  e  $p < 0,01$  (Tabela 5). O COT teve alta correlação positiva ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,05$ ) com CL, CNL, IL, ICC e IMC, indicando que estas variáveis crescem juntamente com o COT nos solos do Agreste de Pernambuco. As correlações positivas observadas entre COT e os indicadores de manejo do solo, estão relacionados à premissa de que todos esses índices são obtidos em razão dos valores totais de COT no solo. Da mesma forma, pode-se observar que o CL correlacionou-se positivamente com ICC, L, IL e IMC. Isso pode indicar que as frações mais lábeis do solo, associadas às altas taxas de decomposição e de curto período de permanência no solo, regem as alterações da matéria orgânica do solo em razão da conversão de CN em uso AGR.

Também foi observada correlação negativa ( $p < 0,05$ ) entre o COT e o qMIC, provavelmente, devido à presença de resíduos de baixa qualidade nutricional nos solos do Agreste. Tais resíduos ocasionam condições de estresse à biomassa microbiana,

limitando a utilização do COT e, por conseguinte, reduzindo os valores de qMIC (PAULA et al., 2006; GAMA-RODRIGUES; GAMA-RODRIGUES, 2008). Estes resultados são opostos aos de outros trabalhos (TRANNIN et al., 2007; LAGOMARSINO et al., 2009; SANTOS et al., 2011; RAIESI; KABIRI, 2016) avaliando atributos biológicos em diferentes usos e que não encontraram relação significativa entre estas variáveis.

Outra variável com boas correlações significativas positivas foi o IMC ( $p < 0,01$ ) com COT, CL, ICC e IL (Tabela 5). O IMC é importante nas avaliações de impactos de usos e manejos do solo, uma vez que está associado às formas mais lábeis, ou seja, fração do carbono total que se encontra na forma mineralizável, bem como às frações que têm maior estabilidade no solo.

Tabela 5. Matriz de correlação de Pearson entre os valores médios das variáveis biológicas e dos índices de manejo de carbono em solos do Agreste de Pernambuco (médias de quatro coletas)

|                  | CSA <sup>1</sup> | COT <sup>2</sup> | CBM <sup>3</sup> | RBS <sup>4</sup> | qMIC <sup>5</sup> | qCO <sub>2</sub> <sup>6</sup> | CL <sup>7</sup> | CNL <sup>8</sup> | ICC <sup>9</sup> | L <sup>10</sup> | IL <sup>11</sup> | IMC <sup>12</sup> |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| CSA              | 1                |                  |                  |                  |                   |                               |                 |                  |                  |                 |                  |                   |
| COT              | 0,04             | 1                |                  |                  |                   |                               |                 |                  |                  |                 |                  |                   |
| CBM              | 0,66             | 0,22             | 1                |                  |                   |                               |                 |                  |                  |                 |                  |                   |
| RBS              | 0,68             | 0,07             | 0,59             | 1                |                   |                               |                 |                  |                  |                 |                  |                   |
| qMIC             | 0,09             | <u>0,88**</u>    | 0,17             | 0,06             | 1                 |                               |                 |                  |                  |                 |                  |                   |
| qCO <sub>2</sub> | <u>0,79*</u>     | 0,07             | 0,41             | <u>0,85**</u>    | -0,11             | 1                             |                 |                  |                  |                 |                  |                   |
| CL               | 0,06             | <u>0,70*</u>     | 0,35             | -0,04            | -0,42             | -0,19                         | 1               |                  |                  |                 |                  |                   |
| CNL              | 0,01             | <u>0,79*</u>     | 0,01             | 0,14             | <u>-0,88**</u>    | 0,28                          | 0,14            | 1                |                  |                 |                  |                   |
| ICC              | -0,05            | <u>0,84**</u>    | 0,20             | -0,18            | -0,67             | -0,18                         | <u>0,92**</u>   | 0,39             | 1                |                 |                  |                   |
| L                | 0,06             | 0,07             | 0,32             | -0,15            | 0,23              | -0,37                         | <u>0,75*</u>    | -0,53            | 0,51             | 1               |                  |                   |
| IL               | 0,16             | <u>0,81*</u>     | 0,31             | 0,15             | -0,66             | 0,11                          | <u>0,78*</u>    | 0,47             | <u>0,83**</u>    | 0,36            | 1                |                   |
| IMC              | 0,10             | <u>0,85**</u>    | 0,29             | 0,05             | -0,69             | 0,02                          | <u>0,86**</u>   | 0,46             | <u>0,92**</u>    | 0,43            | <u>0,98**</u>    | 1                 |

\*Significativo ( $p < 0,05$ ); \*\* Significativo ( $p < 0,01$ ). <sup>1</sup>Carbono solúvel em água ( $\text{mg C kg}^{-1}$  solo); <sup>2</sup>Carbono orgânico total do solo ( $\text{g kg}^{-1}$ ); <sup>3</sup>Carbono da biomassa microbiana ( $\text{mg C-CBM kg}^{-1}$  solo); <sup>4</sup>Respiração basal do solo ( $\text{mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ); <sup>5</sup>Quociente microbiano (%); <sup>6</sup>Quociente metabólico ( $\text{mg C-CO}_2 \text{ mg}^{-1} \text{ C-CBM dia}^{-1}$ ); <sup>7</sup>Carbono lábil ( $\text{g kg}^{-1}$ ); <sup>8</sup>Carbono não lábil ( $\text{g kg}^{-1}$ ); <sup>9</sup>Índice de compartimento de carbono ( $\text{g kg}^{-1}$ ); <sup>10</sup>Labilidade ( $\text{g kg}^{-1}$ ); <sup>11</sup>Índice de labilidade ( $\text{g kg}^{-1}$ ); <sup>12</sup>Índice de manejo de carbono (%).

Na matriz de correlação entre os atributos biológicos dos solos do Sertão também foram encontradas algumas correlações significativas (Tabela 6), algumas delas diferentes das encontradas para os solos do Agreste (Tabela 5). Houve correlação positiva entre o CSA e a variável CBM, indicando que o aumento no CSA foi acompanhado por acréscimo desta variável. Outra relação positiva foi encontrada entre qCO<sub>2</sub> e RBS; e entre ICC e COT.

O critério de decisão para definição do número de uso de componentes principais (CP's) a serem utilizadas para interpretação dos resultados foi o da escolha de tantos componentes até que a soma obtida fosse superior a 70% da variância dos dados (MANLY, 1994).

Tabela 6. Matriz de correlação de Pearson entre os valores médios das variáveis biológicas e dos índices de manejo de carbono em solos do Sertão de Pernambuco (médias de quatro coletas)

|                  | CSA <sup>1</sup> | COT <sup>2</sup> | CBM <sup>3</sup> | RBS <sup>4</sup> | qMIC <sup>5</sup> | qCO <sub>2</sub> <sup>6</sup> | CL <sup>7</sup> | CNL <sup>8</sup> | ICC <sup>9</sup> | L <sup>10</sup> | IL <sup>11</sup> | IMC <sup>12</sup> |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| CSA              | 1                |                  |                  |                  |                   |                               |                 |                  |                  |                 |                  |                   |
| COT              | 0,24             | 1                |                  |                  |                   |                               |                 |                  |                  |                 |                  |                   |
| CBM              | <u>0,86**</u>    | 0,32             | 1                |                  |                   |                               |                 |                  |                  |                 |                  |                   |
| RBS              | 0,13             | 0,14             | 0,30             | 1                |                   |                               |                 |                  |                  |                 |                  |                   |
| qMIC             | 0,60             | -0,46            | 0,64             | 0,16             | 1                 |                               |                 |                  |                  |                 |                  |                   |
| qCO <sub>2</sub> | 0,31             | 0,42             | 0,45             | <u>0,87**</u>    | 0,04              | 1                             |                 |                  |                  |                 |                  |                   |
| CL               | -0,30            | 0,33             | 0,04             | 0,62             | -0,26             | 0,43                          | 1               |                  |                  |                 |                  |                   |
| CNL              | -0,26            | -0,12            | -0,25            | -0,13            | 0,15              | -0,29                         | -0,11           | 1                |                  |                 |                  |                   |
| ICC              | 0,04             | <u>0,92**</u>    | 0,27             | 0,10             | -0,48             | 0,38                          | 0,46            | -0,13            | 1                |                 |                  |                   |
| L                | 0,09             | 0,33             | 0,29             | 0,59             | -0,20             | 0,65                          | 0,64            | <u>-0,80*</u>    | 0,39             | 1               |                  |                   |
| IL               | 0,10             | 0,45             | 0,04             | -0,58            | -0,44             | -0,25                         | -0,15           | -0,47            | 0,50             | 0,18            | 1                |                   |
| IMC              | 0,10             | <u>0,74*</u>     | 0,16             | -0,34            | -0,52             | 0,01                          | 0,11            | -0,38            | <u>0,81*</u>     | 0,30            | <u>0,91**</u>    | 1                 |

\*Significativo ( $p < 0,05$ ); \*\* Significativo ( $p < 0,01$ ). <sup>1</sup>Carbono solúvel em água ( $\text{mg C kg}^{-1}$  solo); <sup>2</sup>Carbono orgânico total do solo ( $\text{g kg}^{-1}$ ); <sup>3</sup>Carbono da biomassa microbiana ( $\text{mg C-CBM kg}^{-1}$  solo); <sup>4</sup>Respiração basal do solo ( $\text{mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1}$  solo); <sup>5</sup>Quociente microbiano (%); <sup>6</sup>Quociente metabólico ( $\text{mg C-CO}_2 \text{ mg}^{-1} \text{ C-CBM hora}^{-1}$ ); <sup>7</sup>Carbono lábil ( $\text{g kg}^{-1}$ ); <sup>8</sup>Carbono não lábil ( $\text{g kg}^{-1}$ ); <sup>9</sup>Índice de compartimento de carbono ( $\text{g kg}^{-1}$ ); <sup>10</sup>Labilidade ( $\text{g kg}^{-1}$ ); <sup>11</sup>Índice de labilidade ( $\text{g kg}^{-1}$ ); <sup>12</sup>Índice de manejo de carbono (%). São apresentados os autovalores, as percentagens das variâncias associadas aos CP's gerados e as percentagens de variâncias acumulado (Tabela 7).

Desta forma, verificou-se que os dois primeiros componentes explicaram 71,78% para os solos do Agreste e os três primeiros componentes explicaram 82,46% para os do Sertão. Como a contribuição dos demais componentes foi mínima, estes não foram considerados na análise. Isto indica que as 12 variáveis estudadas podem ser substituídas por estes componentes, com perda mínima de informação.

No Agreste, as variáveis mais representativas do CP1 explicaram 46,07% da variabilidade total dos dados (Tabela 7) e tiveram altas correlações negativas com COT, CL, ICC, IL e IMC, e positiva com qMIC (Tabela 8). Como este componente foi o mais expressivo na análise, tais variáveis são consideradas como as mais determinantes e decisivas para avaliar o efeito da cobertura dos solos. No segundo componente principal

(CP2), correspondendo a 25,71% da variância total dos dados (Tabela 7), foi verificada a contribuição de CSA, RBS e qCO<sub>2</sub>, com correlação positiva (Tabela 8).

Tabela 7. Autovalores e variâncias das componentes principais obtidas com os atributos biológicos de solos do Agreste e do Sertão de Pernambuco (valores médios de quatro coletas)

| Componentes Principais | Autovalor | Variância total (%) | Autovalor cumulativo | % Cumulativa |
|------------------------|-----------|---------------------|----------------------|--------------|
| Agreste                |           |                     |                      |              |
| CP1                    | 5,52      | 46,07               | 5,52                 | 46,07        |
| CP2                    | 3,08      | 25,71               | 8,61                 | 71,78        |
| CP3                    | 2,39      | 19,98               | 11,01                | 91,76        |
| CP4                    | 0,43      | 3,59                | 11,44                | 95,36        |
| CP5                    | 0,55      | 4,64                | 11,99                | 100,00       |
| Sertão                 |           |                     |                      |              |
| CP1                    | 4,32      | 36,07               | 4,32                 | 36,07        |
| CP2                    | 3,22      | 26,89               | 7,55                 | 62,96        |
| CP3                    | 2,33      | 19,49               | 9,89                 | 82,46        |
| CP4                    | 1,35      | 11,26               | 11,24                | 93,72        |
| CP5                    | 0,75      | 6,28                | 11,99                | 100,00       |

Na mesma análise para os solos do Sertão, foram considerados três componentes principais que, de forma acumulada, explicaram 82,46% da variabilidade total dos dados (Tabela 7). O CP1 explicou 36,07% da variabilidade total dos dados, correlacionando-se negativamente com COT, ICC, L e IMC (Tabela 8). O CP2 explicou 26,89% da variabilidade dos dados (Tabela 7), com correlação negativa significativa com o RBS e positiva com IL (Tabela 8). E a terceira componente (CP3) explicou 19,49% da variabilidade (Tabela 7), tendo correlação negativa com CSA (Tabela 8).

Igualmente ao observado no Agreste, algumas variáveis associadas aos índices de manejo (ICC, L, IL e IMC) nos solos do Sertão também foram capazes de explicar a variabilidade dos dados. O IMC estima as alterações nos estoques de COT considerando os aspectos da labilidade do carbono orgânico do solo (NICOLOSO, 2005; VIEIRA et al., 2007), permitindo verificar se o sistema está tendendo à sustentabilidade ou à

degradação (SOUZA et al., 2009). Segundo Loss et al. (2010), um equilíbrio entre estas frações lábeis e não lábeis é importante em funções como disponibilidade de nutrientes e estruturação e proteção física e química do solo. Nos solos do Sertão, fica evidente que as proporções destas frações (L) foram capazes de diferenciar as coberturas de CN e uso AGR, já que nos componentes CP1 e CP2 as variáveis ligadas diretamente a Labilidade foram responsáveis pela maior variabilidade dos dados.

Tabela 8. Correlações das variáveis analisadas com as componentes principais (CPs) obtidas dos indicadores biológicas e Índices de manejo estudados nas Regiões Agreste e Sertão de Pernambuco

|                               | Agreste      |             | Sertão           |              |              |              |
|-------------------------------|--------------|-------------|------------------|--------------|--------------|--------------|
|                               | CP1          | CP2         | CP1              | CP2          | CP3          |              |
| CSA <sup>1</sup>              | -0,12        | <u>0,85</u> | CSA              | -0,23        | -0,43        | <u>-0,83</u> |
| COT <sup>2</sup>              | <u>-0,94</u> | 0,01        | COT              | <u>-0,83</u> | 0,18         | -0,06        |
| CBM <sup>3</sup>              | -0,31        | 0,62        | CBM              | -0,41        | -0,54        | -0,67        |
| RBS <sup>4</sup>              | -0,08        | <u>0,91</u> | RBS              | -0,34        | <u>-0,83</u> | 0,39         |
| qMIC <sup>5</sup>             | <u>0,77</u>  | 0,07        | qMIC             | 0,39         | -0,65        | -0,55        |
| qCO <sub>2</sub> <sup>6</sup> | -0,06        | <u>0,94</u> | qCO <sub>2</sub> | -0,60        | -0,66        | 0,15         |
| CL <sup>7</sup>               | <u>-0,85</u> | -0,19       | CL               | -0,53        | -0,27        | 0,63         |
| CNL <sup>8</sup>              | -0,59        | 0,18        | CNL              | 0,56         | 0,05         | 0,16         |
| ICC <sup>9</sup>              | <u>-0,93</u> | -0,26       | ICC              | <u>-0,86</u> | 0,25         | 0,04         |
| L <sup>10</sup>               | -0,34        | -0,29       | L                | <u>-0,76</u> | -0,33        | 0,22         |
| IL <sup>11</sup>              | <u>-0,93</u> | 0,05        | IL               | -0,51        | <u>0,71</u>  | -0,38        |
| IMC <sup>12</sup>             | <u>-0,97</u> | -0,05       | IMC              | <u>-0,75</u> | 0,59         | -0,24        |

Fatores  $\geq |0,70|$  são significativos (Manly, 1994). <sup>1</sup>Carbono solúvel em água (mg C kg<sup>-1</sup> solo); <sup>2</sup>Carbono orgânico total do solo (g kg<sup>-1</sup>); <sup>3</sup>Carbono da biomassa microbiana (mg C-CBM kg<sup>-1</sup> solo); <sup>4</sup>Respiração basal do solo (mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> solo); <sup>5</sup>Quociente microbiano (%); <sup>6</sup>Quociente metabólico (mg C-CO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> C-CBM hora<sup>-1</sup>); <sup>7</sup>Carbono lábil (g kg<sup>-1</sup>); <sup>8</sup>Carbono não lábil (g kg<sup>-1</sup>); <sup>9</sup>Índice de compartimento de carbono (g kg<sup>-1</sup>); <sup>10</sup>Labilidade (g kg<sup>-1</sup>); <sup>11</sup>Índice de labilidade (g kg<sup>-1</sup>); <sup>12</sup>Índice de manejo de carbono (%).

A representação gráfica dos componentes CP1 e CP2 para os solos do Agreste permitiu caracterizar as variáveis mais discriminantes (Figura 2). Também apresenta a distribuição das coberturas do solo (Figura 2B) e a direção da ação das variáveis que identificam os padrões de cada grupo (Figura 2A). Os atributos COT (-0,94), CL (-0,85) ICC (-0,93), IL (-0,93) e IMC (-0,97) permitiram discriminar o agrupamento 1, localizados à esquerda da CP1 (correlações negativas) e o qMIC (0,77) a direita da CP1 com correlação positiva. Assim, o agrupamento 1 apresentou os maiores valores de

COT, qMIC, CL, ICC, IL e IMC. Enquanto o agrupamento 2 caracterizou-se pelos maiores valores de CSA (0,85), RBS (0,91) e qCO<sub>2</sub> (0,94), localizados na parte superior (correlações positivas) na CP2. De acordo com Roy Bhomik e Sen Roy (2006), o primeiro fator é composto por variáveis que explicam a maior parte da variação dos dados e o segundo fator corresponde à segunda maior quantidade de variação e é independente do primeiro fator.

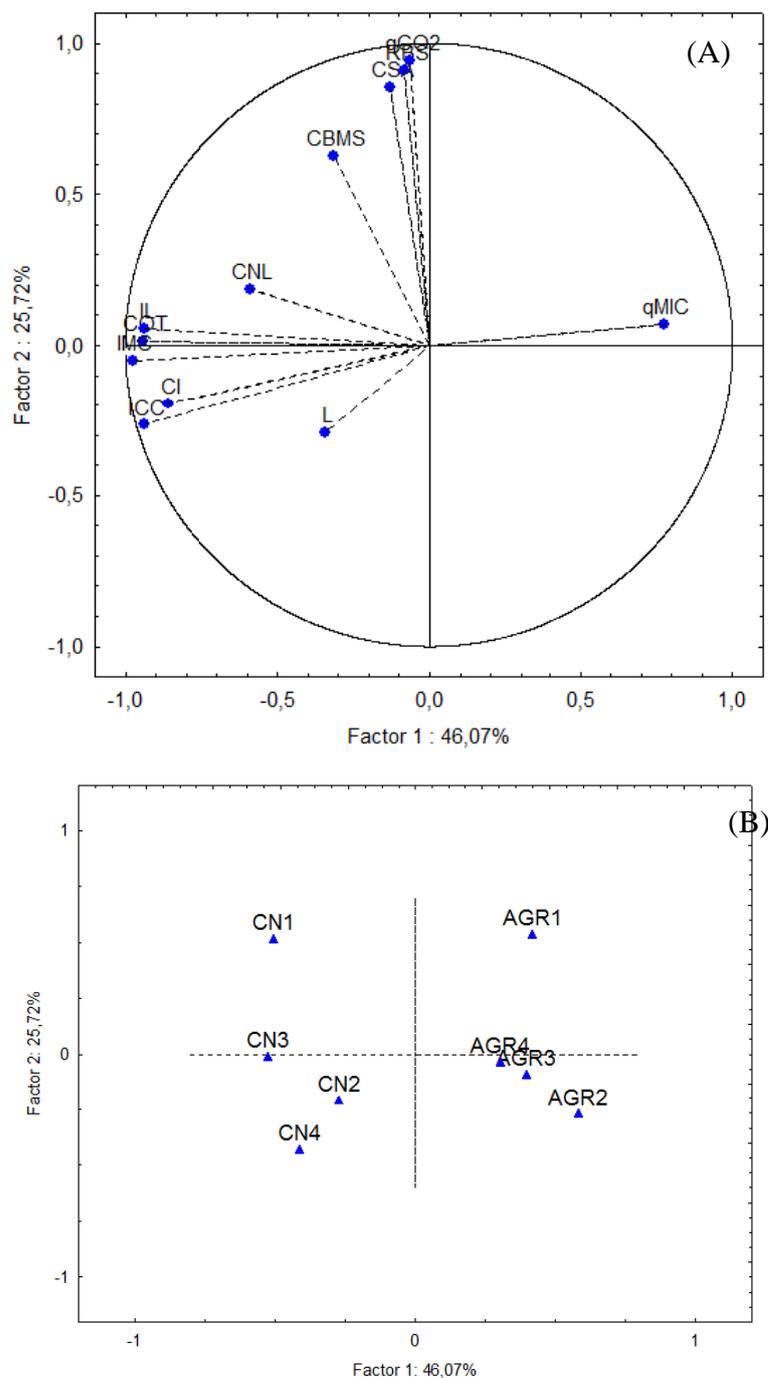


Figura 2. Gráfico Biplot dos componentes principais CP1 e CP2 das médias dos atributos biológicos (A) e dos *scores* (B) de solos coletados em áreas de Caatinga nativa (CN) e de uso agrícola (AGR), no Agreste de Pernambuco. CN: Caatinga Nativa; AGR: Uso Agrícola. ES1: primeira estação seca; EC2: segunda estação chuvosa; ES3: terceira estação seca; EC4: quarta estação chuvosa

Estes atributos biológicos e os índices de manejo de carbono estudados tiveram sensibilidade em diferenciar a cobertura do solo com CN e com uso AGR, reforçando a importância da inclusão dos mesmos em estudos de avaliação da qualidade de solos de Caatinga no Agreste de Pernambuco. O agrupamento das áreas de estudo nos quadrantes foi baseado na similaridade de, aproximadamente, 70%, permitindo observar que as áreas foram distintas (Figura 2B). Houve a formação de um grupo constituído pelos usos AGR posicionados nos quadrantes direitos superior e inferior, separados dos usos de CN, localizados nos quadrantes esquerdos superior e inferior do gráfico.

Por outro lado, a disposição dos usos AGR opostos a todas as variáveis estudadas (Figura 2A e B) demonstram a influência negativa desta cobertura nos atributos biológicos do solo e nos índices de manejo. O resultado deste trabalho corrobora Silva et al. (2012), que detectaram distinção das áreas de usos agrícolas distantes de todas as variáveis, e das demais áreas de pasto e floresta avaliados no estudo. Estes dados implicam na influência negativa dos sistemas agrícolas sobre os atributos analisados. Isso podem estar relacionados à redução na produção de biomassa vegetal por estes sistemas, tendo como consequência baixa deposição e incorporação de matéria orgânica no solo, refletindo em baixos teores de COT e menor atividade biológica (SANTOS et al., 2012).

Na Figura 3 pode ser observado o dendrograma para região do Agreste, obtido da matriz de dados padronizados pela análise de agrupamento, utilizando-se somente os atributos de carga fatorial superior a 0,70. A medida que se obtém variação expressiva nos valores de distância euclidiana entre as variáveis, para o conjunto, é considerada uma possível divisão de grupos de áreas de CN e uso nos períodos secos (ES1 e ES3) e chuvosos (EC2 e EC4).

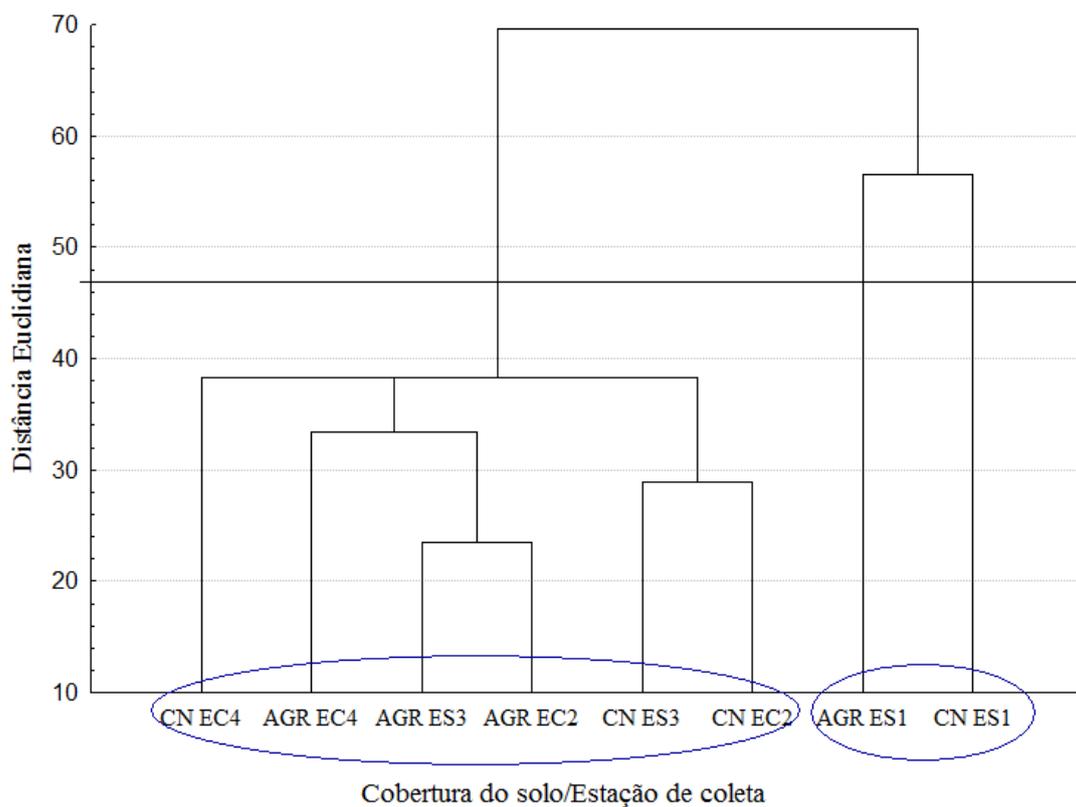


Figura 3. Dendrograma resultante da análise hierárquica de agrupamentos com base na distância euclidiana para solos do Agreste de Pernambuco. CN: Caatinga Nativa; AGR: Uso Agrícola. ES1: primeira estação seca; EC2: segunda estação chuvosa; ES3: terceira estação seca; EC4: quarta estação chuvosa

Pelos agrupamentos formados, há similaridade entre os grupos de CN e uso AGR nos tempos de amostragem EC2, ES3 e EC4, unidos em um mesmo segmento e consideradas estatisticamente iguais no que diz respeito ao comportamento dos atributos biológicos nas áreas avaliadas, como observado pela disposição nos quadrantes na Figura 2. No entanto, com formação de outro grupo, as áreas de CN e AGR na ES1 foram consideradas semelhantes (Figura 3). Com base no agrupamento, as áreas de CN e uso AGR, não foram distintas quanto à cobertura do solo, uma vez que houve semelhança dentro das estações avaliadas (Figura 3). Contudo, a variação entre as estações secas e chuvosas ficaram evidentes na realização da primeira coleta (ES1), de setembro a dezembro/2014. A diferenciação das coberturas do solo neste período, podem ter ocorrido em função do volume de precipitação (Figura 1), pois a distribuição das chuvas é mais equilibrada ao longo do ano neste ambiente.

Vale ressaltar que, na maioria dos estudos que avaliam atributos do solo entre períodos de estação seca e chuvosa (MARTINS et al., 2010; SILVA et al., 2012; DINIZ

et al., 2014), leva-se em consideração apenas a comparação entre eventos isolados de um período seco em relação a um período chuvoso. Segundo Moreira e Siqueira (2002), além do estresse hídrico, as características do microclima, como tipo de solo, quantidade de serrapilheira e matéria orgânica acumulada, tipo de manejo, entre outros, determinam as modificações da atividade microbiana em função do tempo. No presente estudo, a avaliação entre os mesmos períodos secos (ES1 e ES3) e os períodos chuvosos (EC2 e EC4), demonstram que as condições de umidade do solo influenciaram a atividade microbiana, mas não foram determinantes, devendo estas terem sido influenciadas pelos fatores acima citados.

Na análise de componentes principais para o Sertão, consideraram-se os três primeiros fatores que tiveram *Eigenvalue* acumulado de 82,46% (Figura 4). O gráfico foi traçado com os pesos dos atributos obtidos na CP1, CP2 e CP3, sendo caracterizados pelos atributos que provocam maior impacto ou alteração, quando submetidos à cobertura do solo com CN e uso AGR, neste ambiente.

Os atributos com peso maior que 0,7 na CP1 (COT, ICC, L e IMC), são os atributos associados a maior adição de MOS e acúmulo entre as frações lábeis e não-lábeis no solo. De acordo com Conceição et al. (2013), o equilíbrio entre as frações lábeis, e as não lábeis, é de suma importância para que o estoque de carbono efetivamente ocorra em solos tropicais. Portanto, a separação entre a cobertura do solo com CN e uso AGR e as coletas de solo foram diretamente afetadas por estas variáveis no ambiente do Sertão. As relações são reforçadas na CP2, na qual o IL expressou a maior variabilidade dos dados para diferenciação das coberturas do solo, em razão da proporção de carbono lábil em relação a carbono não lábil (L) entre as áreas de CN e AGR nas estações secas e chuvosas (Tabela 3 e 4).

Também na mesma CP2, a RBS foi responsável pela variabilidade dos dados (Tabela 8). Em ambientes que avaliam a cobertura do solo, as altas taxas de RBS podem ocorrer em resultado de maiores adições de C lábil ou em resposta a fatores estressantes (ISLAM; WEIL, 2000). Estas afirmações podem ser confirmadas pelos resultados obtidos no presente trabalho, com grande variação entre os resultados mínimos e máximos de CL (Tabelas 3 e 4).

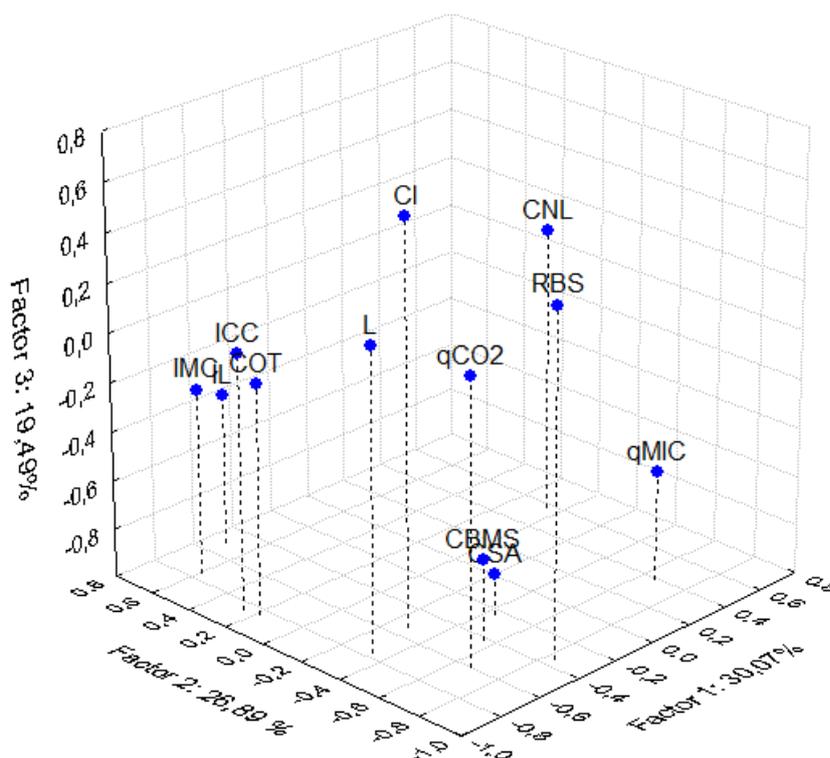


Figura 4. Projeção dos componentes principais 1, 2 e 3 da análise dos atributos biológicos do solo no ambiente Sertão de Pernambuco

Baseado na similaridade de, aproximadamente, 70% da variabilidade dos dados (MANLY, 1994), as áreas foram separadas, com a formação de grupos distintos (Figura 5). O primeiro grupo constituiu-se das áreas de uso AGR nas estações EC2 e ES3, um segundo grupo foi formado pelas CN nas estações EC2, ES3 e EC4. Os demais grupos foram formados isoladamente por AGR-ES1, AGR-EC4 e CN-ES1 (Figura 5).

Situação similar foi observada por Silva et al. (2012), ao avaliarem áreas agrícolas, pastos e florestas secundárias, utilizando variáveis biológicas, os quais obtiveram distinção em função dos usos dos solos. É possível observar a influência da substituição da vegetação de caatinga pelos sistemas agrícolas, alterando os atributos analisados. Isso pode estar relacionado à redução na produção de biomassa vegetal por estes sistemas, tendo como consequência baixa deposição e incorporação de matéria orgânica no solo, o que pode refletir em baixos teores de COT e menor atividade biológica (SANTOS et al., 2012). Com isso, conclui-se que é possível diferenciar a cobertura do solo com CN e uso AGR com estes atributos biológicos, o que reforça a importância da inclusão dos mesmos nos estudos de avaliação da qualidade de solos também no Sertão de Pernambuco.

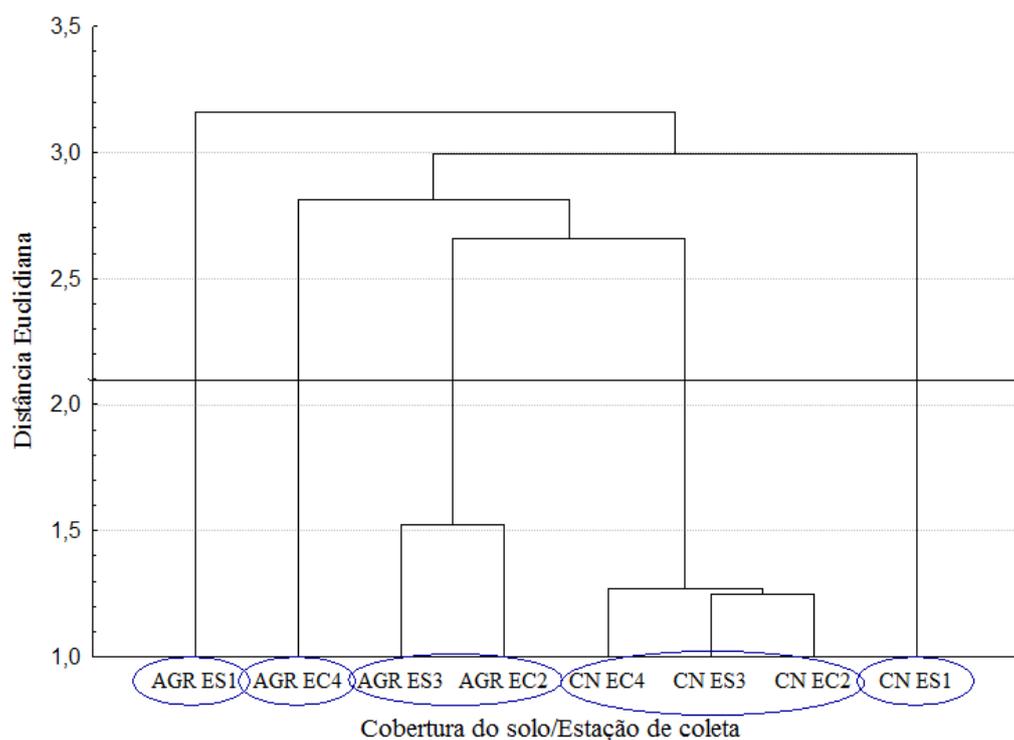


Figura 5. Dendrograma resultante da análise hierárquica de agrupamentos com base na distância euclidiana para solos do Sertão de Pernambuco. CN: Caatinga Nativa; AGR: Uso Agrícola. ES1: primeira estação seca; EC2: segunda estação chuvosa; ES3: terceira estação seca; EC4: quarta estação chuvosa

Considerando a análise de agrupamento nos ambientes Agreste e Sertão, os efeitos das estações seca e chuvosa não foram determinantes em distinguir as áreas de CN e uso AGR avaliadas. De acordo com Araújo et al. (2008b), no ambiente de Caatinga, os micro-organismos estão adaptados às condições de elevada temperatura e escassez de umidade, o que causa grande variabilidade na atividade dos micro-organismos do solo e, conseqüentemente, nos atributos biológicos avaliados, independente dos períodos secos ou chuvosos.

Em relação às áreas de Caatinga, segundo Alves et al. (2009), durante a estação seca, a vegetação libera suas folhas, flores, frutos e sementes em um processo de senescência natural, típica de ambientes em regiões semiáridas (Floresta tropical seca). Por isso, é depositada sobre a superfície do solo uma quantidade considerável de material orgânico, formando a serapilheira. Pela deficiência hídrica no período seco, o material depositado permanece sobre o solo, protegendo-o. Apenas na estação chuvosa seguinte, haverá umidade suficiente para a retomada da atividade microbiana e, portanto, decomposição dos resíduos vegetais depositados pela senescência das plantas. Os tipos de solos, em termos de composição granulométrica e capacidade de retenção de

água e nutrientes pode predispor a uma maior ou menor atividade biológica. Até mesmo a distribuição das chuvas no tempo, que difere no espaço e no tempo, influi sobre a deposição de material orgânico nos solos.

Portanto, estas e outras condições de cada área em particular nos ambientes Agreste e Sertão podem ter interferido nos resultados obtidos neste trabalho. Apesar de o objetivo ser estudar as oscilações de atributos biológicos em função do período de menor e maior predisposição a chuvas, nem sempre foi possível encontrar em cada local a situação de umidade para cada estação de estudo determinada. Estudos posteriores com o monitoramento da umidade dos solos juntamente com os atributos biológicos testados seriam de grande importância para o conhecimento da diferenciação entre ambientes distintos no semiárido de Pernambuco.

#### 4.4 Conclusões

1. Os atributos que melhor explicam a variabilidade temporal dos usos do solo no Agreste são COT, qMIC, CL, ICC, IL e IMC, e para o Sertão COT, ICC, L e IMC.
2. O método de ACP distinguiu as coberturas do solo no Agreste e Sertão.
3. Os atributos biológicos não foram conclusivos para distinção da estação seca e chuvosa.
4. A conversão de CN em uso AGR provoca maiores impactos negativos no Agreste em relação ao Sertão.

#### Referências

ALEF, K.; NANNIPIERI, P. eds. **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London, Academic Press, 1995. 576p.

ALVEAR, M.; ROSAS, A.; ROUANET, J. L.; BORIE, F. Effects of three soil tillage systems on some biological activities in a Southern Chile Soil Ultisol. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.82, n. 2, p. 195-202, 2005.

- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A. de; NASCIMENTO, S. S. do. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.
- AMARO FILHO, J.; NEGREIROS, R.F.D.; ASSIS JÚNIOR, R.N.& MOTA, J.C.A. Amostragem e variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho em Mossoró, RN. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 415-422, 2007.
- ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. Application of eco-physiological quotiens (qCO<sub>2</sub> and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 22, n. 2, p. 251– 255, 1990.
- ARAÚJO, K. D.; ANDRADE, A. P.; ROSA, P. R. O.; ALCANTARA, R. L.; FRAGA, B. V. S. Avaliação da atividade microbiana baseada na produção de C-CO<sub>2</sub> em uma área de Caatinga no cariri Paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró v.21, n.3, p.221-230, 2008b.
- ARAÚJO, K.D., PARENTE, H.N., CORREIA, K.G., ANDRADE, A.P., DANTAS, R.T., PEREIRA, W.E. **Emissões de CO<sub>2</sub> sob área de Caatinga no Semiárido da Paraíba**. Ver. Eletrônica do curso de Geografia do Campus Jataí. Jataí-GO. UFG. n. 10. 2008a.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; MATZENAUER, R.; TAVARES M.; CYBIS, J. R.; FONTANA, D. Análise decadal da temperatura do ar no estado Rio Grande do Sul. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 258 -263, 2008.
- BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S.; DICK, R.P. Long- term tillage and crop rotation effects on microbial biomass and C and N mineralization in a Brazilian Oxisol, **Soil and Tillage Research**, Cambridge, v.77, n. 2, p.137-145, 2004.
- BASTIDA, F.; BARBERÁ, G.G.; GARCÍA, C.; HERNÁNDEZ, T. Influence of orientation, vegetation and season on soil microbial and biochemical characteristics under semiarid conditions. **Applied soil Ecology**. Netherlands, v. 38, n. 1, p. 62–70, 2008.
- BLAIR, G.J.; LEFROY, R.D.B.; LISLE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and development of a carbon management index for agricultural systems. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.46, p.1459–1466. 1995. Disponível em: <<http://doi:10.1071/AR9951459>>
- CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 133-142, 1990.
- CHAN, K. Y.; BOWMAN, A.; OATES, A. Oxidizable organic carbon fractions and soil quality changes in an oxic paleustalf under different pasture ley. **Soil Science**. Baltimore, v. 166, n. 1, p.61- 67, 2001.
- CONCEIÇÃO, P.C.; DIECKOW, J.; BAYER, C. Combined role of no-tillage and cropping systems in soil carbon stocks and stabilization. **Soil and Tillage Research**, Cambridge, v.129, p.40-47, 2013.

- CORREIA, R. C. **A região semiárida Brasileira**. Disponível em:<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54762/1/01-A-regiao-semiarida-brasileira.pdf-18-12-2011.pdf>>. Acesso em: 27 de dezembro. 2016.
- DE BONA, F.D. 2005. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas irrigados por aspersão sob plantio direto e preparo convencional**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 154 p.. 2005.
- DINIZ, L. T.; RAMOS, M. L. G.; VIVALDI, L. J.; ALENCAR, C. M.; JUNQUEIRA, N. R. V. Alterações microbianas e químicas de um gleissolo sob Macaubeiras nativas em função da variação sazonal e Espacial. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 750-762, 2014.
- EMBRAPA – CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLO. **Manual de método e análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA Solos, 2011. 230p.
- ESPÍNDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, de D. L.; A. de J.A.A.; GUERRA, J. G. M.; SILVA, da E. M. R. Flutuação sazonal da biomassa microbiana e teores de nitrato e amônio de solo coberto com *Paspalum notatum* em um agroecosistema. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 104-113, 2001.
- FRAGA, V. S. 2002. **Mudanças na matéria orgânica (C, N e P) de solos sob agricultura de subsistência**. Tese de doutorado. Departamento de Energia Nuclear. Universidade Federal de Pernambuco. 91 p, 2002.
- FRANÇA, A. M. da S. 2011. **Função de pedotransferência para estimativa de estoques de carbono em solo de áreas de campo limpo úmido do Distrito Federal**. Tese de Doutorado –Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2011. 144 f.
- FREITAS, A. G.; MATOS, E. S.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica e Estabilidade de agregados em diferentes sistemas de adubação. In: FERTBIO, 2004, Lages. **Anais...** Lages: UDESC/SBCS, 2004. CD-ROM.
- GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed., p.159-170, 2008.
- ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Soil quality indicators properties in MidAtlantic soils as influenced by conservation management. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 55, n. 1, p. 69-78, 2000.
- JACINTHE, P.A., SHUKLA, M.K., IKEMURA, Y. Carbon pools and biochemical properties in manure-based organic farming systems of semi-arid NewMexico. **Soil Use and Management**, Wallingford, v. 27, n. 4, p. 453–463, 2011.
- KANCHIKERIMATH, M.; SINGH, D. Soil organic matter and biological properties after 26 years of maize-wheat-cowpea cropping as affected by manure and fertilization in a Cambissol in semiarid region of Índia. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 86, n. 2, p.155-162, 2001.

- KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Quantification of effects of different agricultural land uses on biomass and soil microbial activity in Brazilian biomes: inferences to improve soil quality. **Plant and Soil**, Benthlem, v. 338, n. 1-2, p. 467-481, 2011.
- LAGOMARSINO, A.; MOSCATELLI, M. C.; TIZIO, A. D.; MANCINELLI, R.; GREGO, S.; MARINARI, S. Soil biochemical indicators as a tool to assess the short-term impact of agricultural management on changes in organic C in a Mediterranean environment. **Ecological Indicators**, New York, v. 9, n. 3, p. 518–527, 2009.
- LOSS, A.; MORAES, A. G. L.; PEREIRA, M. G.; SILVA, E. M. R.; ANJOS, L. H. C. Carbono, matéria orgânica leve e frações oxidáveis do carbono orgânico sob diferentes sistemas de produção orgânica. **Comunicata Scientiae**, Piauí, v 1, n.1, p.57-64, 2010.
- MADEJÓN, E.; MORENO, F.; MURILO, J.M.; PELEGRÍN, F. Biochemical response of soil to longterm conservation tillage under semi-arid Mediterranean conditions. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 94, n.2, p. 346-352, 2007.
- MANLY, B.F.J. **Multivariate statistical methods**. 2.ed. London, Chapman & Hall, 1994. 215p.
- 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 Ciências do Solo**, Viçosa, v.34, p.1883-1890, 2010
- MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. da S. **Matéria orgânica do solo: Métodos de análises**. Viçosa: UFV, p.86-92. 2005.
- MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; GIONGO, V.B. E PÉREZ-MARIN, A.M. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga biome. **Brazilian Journal Biology**, São Paulo, v. 72, n. 3, p. 1-11, 2012.
- MIELNICZUCK, J. Matéria Orgânica e a Sustentabilidade de Sistemas Agrícolas. In: SANTOS, G. de A; SILVA, L. S.; CANNELAS, L. P.; CAMARGO, F. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. 2ª Ed. Metrópole, Porto Alegre, p. 1-5, 2008.
- MMA- **Ministério do Meio Ambiente. Florestas do Brasil em resumo - 2013: dados de 2007-2012. /Serviço Florestal Brasileiro**. – Brasília: SFB, 2013. ISBN 978-85-63269-10-2. 188 p.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 625p
- NICOLOSO, R.S. 2005. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em áreas de integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 150 p. 2005
- NÓBREGA, R. S.; FARIAS, R. F. L.; SANTOS, C. A. C. Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica em Pernambuco através de índices de extremos climáticos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v.30, n.2, 171 - 180, 2015

- OLIVEIRA FILHO, J. S.; PEREIRA, M. G.; AQUINO, B. F. Organic matter labile fractions and carbon stocks in a typic quartzipsamment cultivated with sugarcane harvested without burning. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 1, p. 24 – 31, 2017
- PAULA, A. M.; SOARES, C. R. F. S.; SIQUEIRA, J. O. Biomassa, atividade microbiana e fungos micorrizicos em solo de “landfarming” de resíduos petroquímicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 448-455, 2006.
- PAZ-FERREIRO, J.; FU, S. Biological Indices for Soil Quality Evaluation: Perspectives and Limitations. **Land Degradation & Development**, v.27, n.1, p. 14-25, 2013.
- PESSOA, P. M. A; DUDA, G. P.; BARROS, R. B.; FREIRE, M. B. G. S.; NASCIMENTO, C. W. A.; CORREA, M. M. Frações de carbono orgânico de um latossolo húmico sob diferentes usos no agreste brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36 n.1, 2012.
- RAIESI, F.; KABIRI, V. Identification of soil quality indicators for assessing the effect of different tillage practices through a soil quality index in a semi-arid environment. **Ecological Indicators**, New York, v. 71, p.198–207, 2016.
- RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; GUILHERME, L. R. G. Frações oxidáveis do carbono orgânico de Latossolo cultivado com cafeeiro em diferentes espaçamentos de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, p. 429-437, 2008.
- ROLDÁN, A.; SALINASGARCÍA, J.R.; ALGUACIL, M.M.; CARAVACA, F. Soil sustainability indicators following conservation tillage practices under subtropical maize and bean crops. **Soil & Tillage Research**, v. 93, p.273-282, 2007.
- ROLDÁN, A.; SALINAS-GARCÍA, J.R.; ALGUACIL, M.M.; DÍAZ, E.; CARAVACA, E. Soil enzyme activities suggest advantages of conservation tillage practices in sorghum cultivation under subtropical conditions. **Geoderma**, Amsterdam, v. 129, n. 3, p. 178-185, 2005.
- ROY BHOWMIK, S. K.; SEN ROY, S. Principal Component Analysis to study spatial variability of errors in the INSAT derived quantitative precipitation estimates over Indian monso on region. **Atmósfera**, Cidade do México, v. 19, n. 4, p. 255-265, 2006.
- 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., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, p.419-441, 2008.
- SANTOS, K. C. F.; SILVA, M. S. L.; SILVA, L. E.; MIRANDA, M. A.; FREIRE, M. B. G. S. Atividade biológica em solo salino sódico saturado por água sob cultivo de Atriplex numulária. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 42, n. 3, p. 619-627, 2011
- SCHIAVO, J. A.; ROSSET, J. S.; PEREIRA, M. G.; SALTON, J. C. Índice de manejo de carbono e atributos químicos de Latossolo VeOLrmelho sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n. 10, p.1332-1338, 2011.

SILVA, C. F.; PEREIRA, M. G.; MIGUEL, D. L.; FEITORA, J. C. F.; LOSS, A.; MENEZES, C. E. G.; SILVA, E. M. R. Carbono orgânico total, biomassa microbiana e atividade enzimática do solo de áreas agrícolas, florestais e pastagem no médio Vale do Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 6, 2012.

SILVA, E. F.; LOURENTE, E.P. R.; MARCHETTI, M. E. MERCANTE, F. M.; FERREIRA, A. K. T.; FUJJI, G. C. Frações lábeis e recalitrantes da matéria orgânica em solos sob integração lavoura-pecuária, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n. 10, p. 1321-1331, 2011.

SOUSA, F. P. **Degradação de solos por atividades agropastoris em áreas sob processo de desertificação: o caso de Irauçuba, Ceará**. 2009. 89 p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2009.

SOUZA, W. J. O.; MELLO, W. J. Matéria orgânica em um Latossolo submetido a diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n. 6, p.1113-1122, 2003.

SOUZA, Z. M.; CERRI, D.G.P.; COLET, M.J.; RODRIGUES, L.H.A.; MAGALHÃES, P.S.G.; MANDONI, R.J.A. Análise dos atributos do solo e da produtividade da cultura de cana-de-açúcar com o uso da geoestatística e árvore de decisão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.4, p. 840-847, 2010.

SPARLING, G.P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. **Australian Journal Soil Research**, Lismore, v. 30, n. 2, p. 195-207, 1992.

TATE, K. R.; ROSS, D. J.; FELTHAM, C. W. A direct extraction method to estimate microbial C: effects of experimental variables and some different Calibration procedures. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.20, n. 3, p.329-335, 1988.

TRANNIN, I. C. B.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Características biológicas do solo indicadores de qualidade após dois anos de aplicação de biossólido industrial e cultivo de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 1173-1184, 2007.

VAN HESS, P. A. W.; JONES D. L.; FINLAY, R.; GODBOLD, D. L.; LUNDSTRÖN, U. S. The carbon we do not see – the impact of low molecular weight compounds on carbon dynamics and respiration in forest soils: A review. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 37, n.1, p. 1-13, 2005.

VANCE, E.D.; NADKARNI, N.M. Root biomass distribution in a moist tropical montane forest. **Plant and Soil**, Benthlem, v.142, n.1, p.31-39, 1992.

VIEIRA, F. C. B.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; DIECKOW, J.; MIELNICZUK, J.; HE, Z. L. Carbon management index based on physical fractionation of soil organic matter in an Acrisol under long-term no-till cropping systems. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 96, n. 1, p. 195-204, 2007.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D., ed. **Applications of Soil Physics**. New York, Academic Press, 1980. 350p.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Com base na avaliação estatística obtida no presente estudo, comparando os atributos biológicos dentro dos ambientes na região Agreste e Sertão no estado de Pernambuco, não foram constatadas alterações nas coberturas do solo, devendo estas serem representadas e consideradas de forma isolada, seja por municípios, por classes de solo, por vegetação semelhante, etc, devendo isolar diversos fatores que influenciem nos resultados.
- As estações secas e chuvosas não devem ser baseadas nos dados de climatologia de precipitação para o estado de Pernambuco, visto que, a variabilidade de ano para ano no semiárido provocam alterações entre os períodos secos e chuvosos.
- As coletas de solos para avaliação dos atributos biológicos em função da umidade do solo provocada pelos eventos de precipitação, ou da variação climática, ou sazonalidade climática, precisam de melhor definição metodológica ou, no mínimo, devem ser realizadas após a identificação de chuvas reais nas áreas ao invés de períodos pré-determinados de coleta, de modo a garantir a influência de períodos secos e chuvosos com efeitos sobre a dinâmica da matéria orgânica do solo. Essas definições devem considerar, ainda, as variações edáficas e a abrangência da área de estudo visto a grande variabilidade local de eventos de chuva observados por todo o semiárido.