



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

JOSINAIDE CLÁUDIA ARAUJO DE SANTANA

**FRAÇÕES LÁBEIS E RECALCITRANTES DA MATÉRIA ORGÂNICA DE
SOLOS DA REGIÃO SEMIÁRIDA POTIGUAR.**

MOSSORÓ-RN

2019

JOSINAIDE CLÁUDIA ARAUJO DE SANTANA

**FRAÇÕES LÁBEIS E RECALCITRANTES DA MATÉRIA ORGÂNICA DE
SOLO DA REGIÃO SEMIÁRIDA POTIGUAR.**

Monografia apresentada à Universidade Federal
Rural do Semi-Árido (UFERSA), como exigência
final para obtenção do título de bacharelado em
Engenharia Agrônômica.

Orientadora: Prof^a Dra. Eulene Francisco da Silva –
UFERSA.

MOSSORÓ-RN

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998 . O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S231f Santana , Josinaide Cláudia Araújo de .
 Frações Lábéis e Recalcitrantes da
Matéria
 Orgânica de solo da Região Semiárida
Potiguar. / Josinaide Cláudia Araújo de Santana
. - 2019.
 39 f. : il.

 Orientadora: Eulene Francisco da Silva.
Coorientador: Fábio Henrique Tavares de Oliveira.
 Monografia (graduação) - Universidade
Federal Rural do Semi-árido, Curso de , 2019.

 1. Bacia sedimentar. 2. carbono orgânico
total.

 3 . carbono lábil. 4. substâncias húmicas.
I. Silva, Eulene Francisco da , orient. II.

 Oliveira, Fábio Henrique Tavares de , co-
orient.

 III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

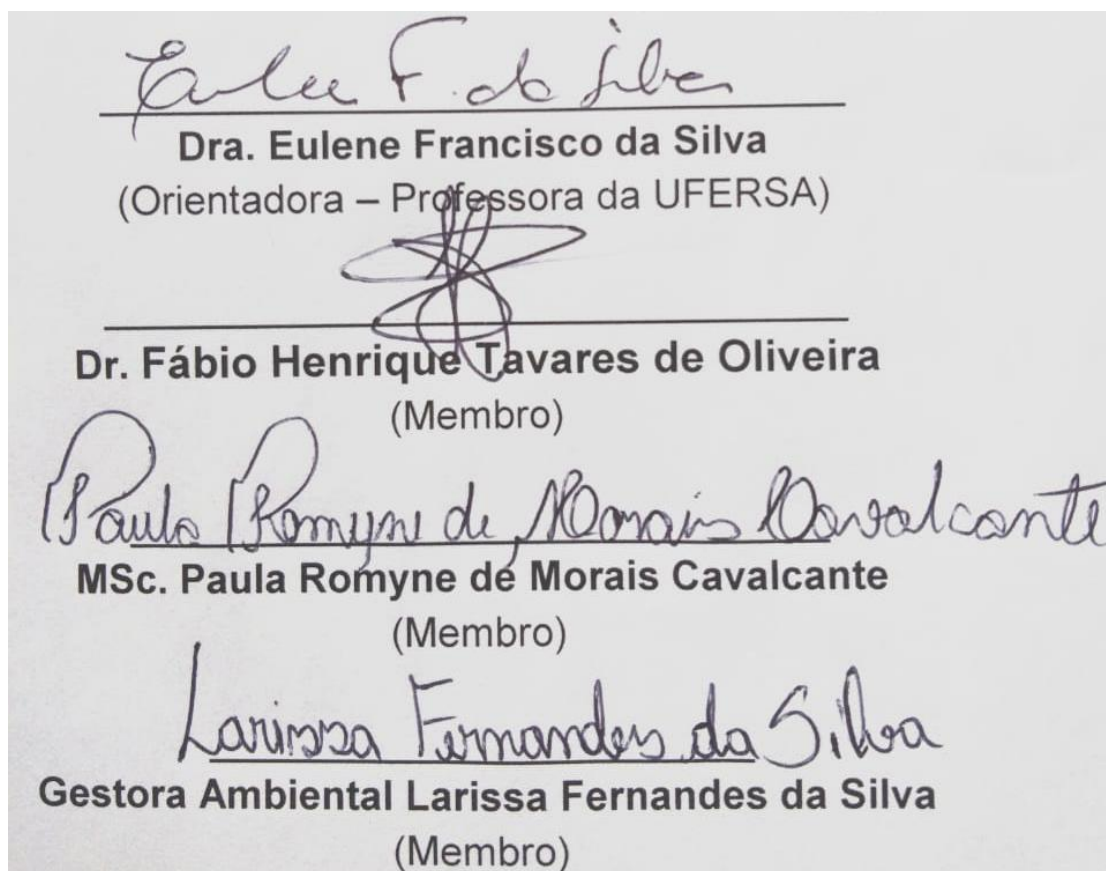
JOSINAIDE CLÁUDIA ARAÚJO DE SANTANA

**FRAÇÕES LÁBEIS E RECALCITRANTES DA MATÉRIA ORGÂNICA DE
SOLO DA REGIÃO SEMIÁRIDA POTIGUAR.**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como exigência final para obtenção do título de bacharelado em Engenharia Agrônômica.

Data da defesa: 19/03/2019

BANCA EXAMINADORA



*Ao meu pai, José Edvaldo de Santana
(In Memoriam).*

*À minha mãe Maria Zenaide de Araújo
Santana, ao meu irmão Josinaldo Cláudio
Araújo de Santana, a minha cunhada
Jossifrânia Jerônimo da Costa e, minha
sobrinha Maria Lívia Araújo da Costa que
sempre estiveram ao meu lado durante essa
caminhada me apoiando.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem ele não sou nada, ele me manteve de pé nos momentos mais difíceis, mostrou-me a coragem e força que existe em mim, auxiliando-me a alcançar os objetivos almejados.

À minha mãe, que sempre estive ao meu lado acreditando em mim, até mesmo quando eu deixei de acreditar, por seus ensinamentos de vida que me tornou a pessoa adulta e integra que sou hoje, junto com meu pai mostraram-me que honestidade e a simplicidade são sempre o melhor caminho.

Ao meu pai, que sempre foi um homem honrado e trabalhador, sempre fez o possível para que eu chegasse onde estou hoje, que tinha o sonho de ver um de seus filhos graduados. Enquanto em vida, não descansou nos incentivando a estudar e a buscar uma formação para que tivéssemos um futuro promissor, pode não está mais fisicamente entre nós, mas sei que viu tudo que passei, protegeu-me em todos os momentos, está e estará sempre ao meu lado me protegendo e vendo alcançar o meu sonho, que na verdade, é de todos nós.

Ao meu irmão, que antes de tudo é um grande amigo, obrigada pelo seu amor. Este que por tantas vezes deixou seus afazeres para me locomover até o ponto de ônibus para que eu pudesse vir à Mossoró, considere que essa conquista também é sua.

À minha cunhada e minha sobrinha que amo tanto que me deram força para vencer os obstáculos nessa caminhada.

Aos meus tios e tias que sempre me apoiaram, me aconselharam para que eu agisse de maneira justa para comigo e principalmente com os outros, me ajudaram também me dando apoio financeiro que muitas vezes era escasso.

Aos meus primos e minha primas que sempre estiveram comigo, ajudando um ao outro, buscando um no outro o apoio para vencermos e superarmos cada obstáculo.

À Ellen Cristina, uma menina especial que apareceu na minha vida no momento certo, me ajudou a enfrentar e vencer grandes problemas, hoje para mim é a irmã que amo.

Aos amigos da Escola Agrícola de Jundiaí-EAJ da UFRN, pois o técnico em Agropecuária foi o primeiro degrau que eu subi para hoje estar aqui, em especial Giovanna Lima Lopes que esteve ao meu lado desde o técnico até hoje na graduação, uma amiga que vou levar para vida inteira.

Às meninas do Futsal Feminino da UFERSA que não são apenas parceiras de futsal, mas sim grandes amigas, me fizeram ver um mundo de outra maneira sendo uma pessoa mais tolerante e, me ensinando que devemos respeitar todas as diferenças, em especial, Adriana Pires, Beatriz Lopes, Iara Barros, Livia Barbosa e Xismênia Maia.

Ao Grupo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Solos (GEPES), em especial Eula, Larissa, Lorena, Mateus, Milene, Renner e Samuel, pois sem eles esse trabalho não seria possível, foram dias de trabalho árduo para que as análises ficassem prontas a tempo.

À professora Eulene Francisco que me orientou nesse trabalho acreditando na minha capacidade, não à vejo apenas como uma orientadora, eu posso dizer que ela é uma mãe para mim, mostrando a importância de ser um bom profissional, mas sem esquecer que em primeiro lugar somos humanos e agregando valores imensuráveis.

Aos amigos que de alguma maneira contribuíram para essa caminhada ficasse menos árdua, em especial Abraão Lincoln, Ailton Monteiro, Anderson Coelho, Bruno Vinícios, Dayane Ellen, Elisângela Manicoba, Gabriel Kariel, Geovana Ribeiro, Gilson Dias, Ivan Eusebio, Jayla Lopes, Jéssica Dantas, Jéssika Kalliane, José Augusto, Igor Apolônio, Ítalo Mendes, Karizia Gabriela, Lara Oliveira, Nalva Gabriella, Maria Amanda, Sabrina Sousa, Thamirys Ávila, Thaís Saldanha.

Ao pessoal do Restaurante Universitário, em especial Neném, Maria, Sol, Betania e Kilson.

Enfim, a todos supracitados agradeço.

“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena
Acreditar no sonho que se tem
Ou que seus planos nunca vão dar certo
Ou que você nunca vai ser alguém
Tem gente que machuca os outros
Tem gente que não sabe amar”

(Renato Russo.)

RESUMO

A busca da sustentabilidade socioeconômica da exploração agrícola é um grande desafio, que envolve, dentre outros fatores, boa produtividade no tempo presente e que, também, possibilita a manutenção de sua fertilidade, garantindo a produção agrícola no futuro. O uso da matéria orgânica do solo (MOS) como indicadora da qualidade do solo tem sido útil na identificação das formas de manejo mais sustentáveis, que usa como parâmetros teores de C total e suas frações de solo sob mata nativa, todavia essas informações são escassas para diferentes tipo de solo. Assim, o objetivo desse estudo foi analisar frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica de diferentes tipos de solos do Rio Grande do Norte. Para isso, foram selecionados oito tipos de solos de diferentes localizações, com base no material de origem, características morfológicas, físicas e químicas. Os solos foram: Latossolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo, Chernossolo Rêndzico, Vertissolo Háplico todos localizado em Mossoró; Neossolo Flúvico em Carnaubais, dois Cambissolos Háplicos em Afonso Bezerra e Baraúna e Argissolo Vermelho-Amarelo em Apodi. As coletas de todos os solos foram sob mata nativa em Caatinga Hiperxerófila numa profundidade 0-30 cm e analisadas física e quimicamente. Foram determinados os teores de carbono orgânico total (COT), carbono lábil (CL) oxidado por KMnO_4 e, carbono nas substâncias húmicas e suas frações humina, ácidos húmicos e fúlvicos. A estatística utilizada foi a descritiva, onde calculou-se a média aritmética amostral e a variabilidade das médias foi estimada pelo seu erro padrão. Os elevados teores cálcio, argila e aporte de material vegetal contribuíram para que o Chernossolo Rêndzico tivesse os maiores teores de carbono orgânico total ($12,69 \text{ g kg}^{-1}$), e C nas substâncias húmicas ($11,83 \text{ g kg}^{-1}$), especialmente na fração humina ($11,25 \text{ g kg}^{-1}$). Nas frações solúveis das substâncias húmicas os maiores teores de C nos ácidos húmicos ($1,27 \text{ g kg}^{-1}$) e fúlvicos ($2,37 \text{ g kg}^{-1}$), foram encontrados em Argissolo Vermelho-Amarelo em Apodi, sobre rochas calcárias, e na fração lábil, o maior percentual de C ($1,44 \text{ g kg}^{-1}$) foi encontrado em Latossolo Vermelho-Amarelo, sendo que esta fração contribuiu com 85,7 % do carbono orgânico total deste solo.

Palavras Chave: Bacia sedimentar, carbono orgânico total, carbono lábil, substâncias húmicas.

ABSTRACT

The search for socioeconomic sustainability of the farm is a great challenge, which involves, among other factors, good productivity in the present time and also, it allows the maintenance of its fertility, guaranteeing the agricultural production in the future. The use of soil organic matter (MOS) as an indicator of soil quality has been useful in the identification of the most sustainable forms of management, using as parameters total C levels and their soil fractions under native forest, however, this information is scarce for different types of soil. Thus, the objective of this study was to analyze labile and recalcitrant fractions of soil organic matter of different types of soil of the Rio Grande do Norte. For this, eight types of soils of different locations were selected, based on the material of origin, morphological, physical and chemical characteristics. The eight soils were: Red-Yellow Latosol, Red-Yellow Argisol, Chernosol *Rêndzico*, Vertisol, all located in Mossoró/RN; Fluvic Neosol in Carnaubais/RN, two Haplic Cambisols in Afonso Bezerra/RN and Baraúna/RN, Red-Yellow Argisol in Apodi/RN. The collection of all the soils were under native forest in Hyperxerophilic Caatinga at depth 0-30cm and were analyzed physically and chemically. The values of total organic carbon (COT), labile carbon (CL) oxidized by KMnO_4 , and carbon in humic substances and their fractions humin, humic and fulvic acids were determined. The statistic used was the descriptive one, where the sample arithmetic mean was calculated and the variability of the means was estimated by its standard error. The high levels of calcium, clay and vegetable material contributed for the Chernosol *Rêndzico* had the highest of total organic carbon content ($12,69 \text{ g kg}^{-1}$), and C in the humic substances ($11,83 \text{ g kg}^{-1}$), especially in the humin fraction ($11,25 \text{ g kg}^{-1}$). In the soluble fractions of the humic substances, the highest levels of C in humic ($1,27 \text{ g kg}^{-1}$) and fulvic ($2,37 \text{ g kg}^{-1}$) acids were found in Red-Yellow Argisol in Apodi/RN, under limestone rocks, and in the labile fraction, the highest percentage of C ($1,44 \text{ g kg}^{-1}$) was found in Red-Yellow Latosol, being this fraction the one that contributed with 85.7% of the total organic carbon of this soil.

Keywords: Sedimentary basin, total organic carbon, labile carbon, humic substances.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Tipo de solo, localização, material de origem e vegetação dos oito solos representativos da Região Semiárida do Rio Grande do Norte.....	26
Tabela 2	– Características químicas e teor de argila de oito solos representativos da região semiárida do Rio Grande do Norte.....	28
Tabela 3	– Teores de argila, carbono orgânico total (COT) e lábil (CL) de oito solos representativos do Rio Grande do Norte	31
Tabela 4	– Teores de argila e carbono nas substâncias húmicas (CSH), humina (CHUM), ácido húmico (CAH) e ácido fúlvico (CAF) de oito solos representativos do Rio Grande do Norte.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Arcabouço geológico do RN.....	15
Figura 2	– Mapa das principais classes de solo do Rio Grande do Norte.....	18
Figura 3	– Percentagem de ocorrência dos principais solos do Rio Grande do Norte em relação à área total do Estado.....	19
Figura 4	- Distribuição espacial dos locais de coleta de solos representativos da região semiárida Potiguar	27

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Material de origem dos solos da Bacia Sedimentar Potiguar.....	15
2.2	Solos do Bioma Caatinga	16
2.2.1	<i>Solos representativos do Rio Grande do Norte.....</i>	<i>17</i>
2.3	Importância da matéria orgânica do solo e suas frações.....	21
3.	OBJETIVOS	24
3.1	Geral	24
3.2	Específicos	24
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
4.1	Áreas em estudo.....	25
4.2	Caracterização e coleta dos solos	25
4.3.	Análises de carbono orgânico total e frações da matéria orgânica do solo.....	28
4.4.	Análises estatística.....	29
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1	Carbono orgânico total e lábil.....	30
5.2	Carbono nas frações humificadas.....	32
6.	CONCLUSÕES	34
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1. INTRODUÇÃO

A partir de 2011 no Brasil houve um processo de reestruturação da atividade agrícola e do agronegócio da fruticultura. Dentre os estados do Nordeste, o cultivo de agrícola, especialmente na de frutas no semiárido potiguar foi estimulado por políticas públicas que favoreceram o acesso à terra, água e infraestrutura necessária para a implantação de cultivos irrigados, sendo a Bacia Sedimentar Potiguar um dos principais pólos dessa agricultura. A busca da sustentabilidade socioeconômica da exploração agrícola é um grande desafio, que envolve, dentre outros fatores, boa produtividade no tempo presente e que, também, possibilita a manutenção de sua fertilidade, garantindo a produção agrícola no futuro. Assim, o uso da matéria orgânica do solo (MOS) como indicadora da qualidade do solo tem sido útil na identificação das formas de manejo mais sustentáveis.

A MOS é uma componente importante na sustentabilidade dos sistemas nativos e antropizados. As regiões semiáridas são caracterizadas por terem altas temperaturas, reduzida pluviosidade, solos menos desenvolvidos e pequena produção de fitomassa, conseqüentemente, qualquer forma de manejo agrícola deve ser feito de modo a promover o aumento do conteúdo de MOS, uma vez que, o declínio nos estoques de carbono, ao longo do tempo, está intimamente ligado a um manejo inadequado (CASTRO FILHO et al., 1998). Todavia, muitas vezes tem-se dificuldade com relação a parâmetros de comparação, pois dados sob vegetação natural são escassos.

Com relação ao tipo de solo, destacam-se nas paisagens potiguares os Neossolos Litólicos, Argissolos Vermelho-Amarelos e os Planossolos, os quais representam 49,4% da área total do Estado, que tem também Luvisolos, Latossolos Vermelho- -Amarelos e Neossolos Quartzarênicos, que representam outros 32,2%. Os demais solos embora representem apenas 17,5% da superfície do Estado, são muito importantes e bastante utilizados na agricultura (OLIVEIRA & HOLANDA, 2017). Os solos de maior fertilidade e com maior potencial de uso na agricultura são os Luvisolos (623.972 ha), Cambissolos (270.155 ha), Chernossolos Rêndzicos (140.622 ha), Vertissolos (126.609 ha) e Neossolos Flúvicos (54.596 ha). Os de menor fertilidade e mais importantes para a agricultura são os Argissolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Regolíticos (OLIVEIRA & HOLANDA, 2017).

Estudos sobre MOS e suas frações tem como parâmetro de comparação áreas de vegetação nativa ou secundária. Mesmo nestas áreas a quantidade de C nos compartimentos da MOS pode ser alterada pois esta é influenciada por vários fatores como a taxa de entrada de material orgânico, clima, a taxa de mineralização, biomassa e atividade de microrganismos entre outros. Assim, análises sob a vegetação nativa em diferentes tipos de solo servem como parâmetros para balizar cultivos agrícolas,

bem como, entender a distribuição de C em termos quantitativos nas frações da MOS, motivando esse estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Material de origem dos solos da Bacia Sedimentar Potiguar

O Rio Grande do Norte apresenta uma grande diversidade em sua formação, moldado a partir de sedimentos da bacia potiguar e unidades pré-cambrianas do embasamento cristalino. O surgimento do relevo potiguar foi proporcionado por um conjunto de fatores que refletiram na geomorfogênese, particularmente a estrutura geológica, evolução morfoclimática e os processos atuais, tendo como consequência a existência de diversas categorias de paisagens (PFALTZGRAFF & TORRES, 2010).

Os materiais de origem que derivaram o solo potiguar se originaram de três grupos de rochas. O embasamento cristalino (Pré-Cambriano), mais antigo e mais abrangente, seguido pelos sedimentos da Bacia Potiguar (Cretáceo) e vulcânicas associadas, e por último os sedimentos do Grupo Barreiras (Cenozóico) que é o mais jovem. Sendo esses três grupos fragmentados nas seguintes unidades: unidades Magmatismo Brasileiro, Domínio Jaguaribano, Domínio Rio Piranhas-Seridó e Domínio São José do Campestre (PFALTZGRAFF & TORRES, 2010) Figura 1.

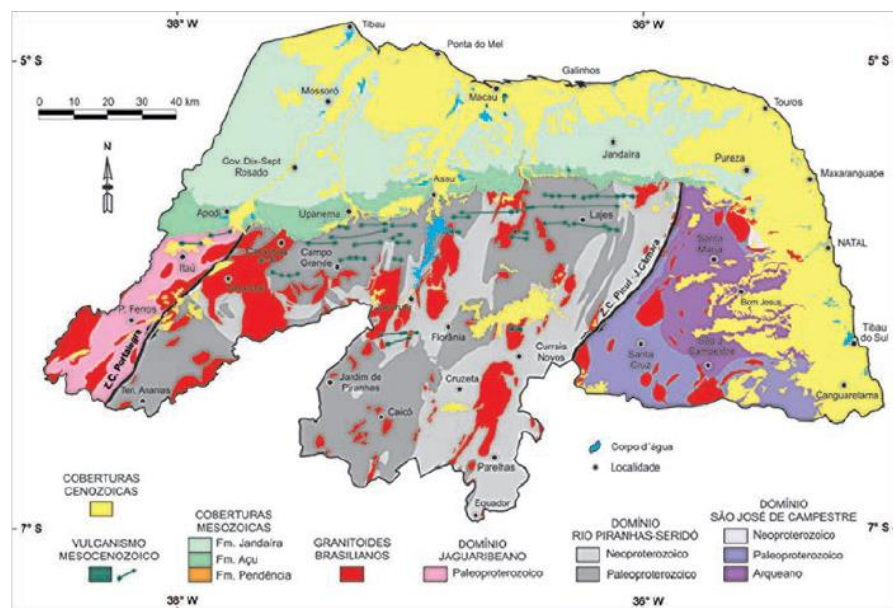


Figura 1. Arcabouço geológico do RN. **Fonte:** PFALTZGRAFF & Torres (2010).

Quanto à Bacia Sedimentar Potiguar, seus Sedimentos, estes são enquadrados em três grupos, Areia Branca, Potiguar e Agulha, entre estes, o grupo de maior destaque e importância para a formação dos solos, é o potiguar, no qual inclui as Formações Jandaíra (rochas carbonáticas-calcários) e Açú (arenitos finos, médios e grossos) (JACOMINE et al., 2015). A Formação Jandaíra é uma fonte de matérias primas para produção de cimento, cal e ração animal. Já na Formação Açú é notória a elevada capacidade de armazenamento de água na região centro-norte do estado. Pela estratigrafia, a formação Jandaíra ocorre sobreposta aos arenitos da formação Açú (JACOMINE et al., 2015).

2.2 Solos do Bioma Caatinga

Os solos são corpos naturais que fazem parte de vários tipos de paisagens. Ao observar as inúmeras e diferentes paisagens do nosso planeta tem-se diversos tipos de solos, com pequenas ou grandes diferenças entre eles, as quais podem estar relacionadas aos fatores que as condicionaram, como: climas, relevos, vegetações e geologias. Da mesma forma, para organizar os conhecimentos e entender melhor as relações entre os diferentes solos, é necessário classificá-los (LEPSCH, 2011). Os diferentes ambientes onde o Bioma Caatinga é predominante são caracterizados pela escassez de água e evapotranspiração potencial muito elevada, cerca de 2000 mm/ano (SÁ & SILVA, 2010), além das baixas e irregulares precipitações pluviais.

Nestas condições climáticas, a escassez de água funciona como a principal limitação ao intemperismo-lixiviação, restringindo assim a evolução pedogenética. Assim de forma geral, os solos típicos dos ambientes semiárido apresentam menor grau de desenvolvimento pedogenéticos em relação aos solos de zonas quentes e úmidas. Também, como consequências importante de escassez de chuvas, é a restrição das perdas de bases (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+), favorecendo, assim, sua concentração relativas nos perfis de solos (ARAÚJO FILHO, et al., 2017).

Em geral, no Bioma Caatinga, os solos guardam uma relação mais ou menos estreita com o material de origem, dependendo do seu grau de evolução pedogenética. Os menos desenvolvidos, como os Neossolos (com sequência de horizontes A, C ou A, R), evidenciam na sua morfologia e, ou, mineralogia um conjunto de características muito mais próximas do seu materiais de origem do que os Luvisolos (com sequencias de horizontes A, Bt e C) e, estes, mais do que os Latossolos (como sequência A, Bw, C) que sofreram pedogênese mais avançada em condições climáticas pretéritas mais úmidas. Depois da natureza do material de origem, é importante destacar que a condição de drenagem de determinados ambientes, condicionada principalmente pelo relevo, também constitui

importante características ambiental. Conforme as condições de drenagem locais, tem-se uma maior ou menor retenção de bases e sais, que influenciam diretamente na formação dos minerais secundários dos solos e, por conseguinte, no seu grau de desenvolvimento pedogenético (ARAÚJO FILHO, et al., 2017).

Com relação a química dos solos desse bioma, geralmente os solos apresentam reação de moderada ácida a moderada alcalina (pH em água entre 5,3 e 8,3). Porém, em razão do material de origem e drenagem local, podem evidenciar reação fortemente ácida ($\text{pH} < 5,3$) ou fortemente alcalina ($\text{pH} > 8,3$). No que se refere aos teores de carbono orgânico total do solo, predominam valores menores que 10g kg^{-1} no horizonte superficial (horizonte A) (SALCEDO & SAMPAIO, 2008). Entretanto, no ambiente das superfícies Cársticas, os solos em geral são mais ricos em bases e apresentam teores um pouco mais elevado de carbono orgânico, de modo que, uma parcela significativa deles atinge valores entre 10 a 20 g kg^{-1} . Com relação ao estoque de carbono no solo, os valores representativos variam de 1,5 a $2,6\text{ kg C}^{-1}\text{ m}^{-1}$ na profundidade de 0-30 cm (BERNOUX et al., 2002).

2.2.1 Solos representativos do Rio Grande do Norte

O estado do Rio Grande do Norte (RN) tem grande diversidade de solos, desde Neossolos a Latossolos, devido a diversidade litológica, a variação no relevo e no regime de umidade do solo (Figura 2). Das 13 ordens de solos definidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 12 são facilmente encontradas, em curto espaço de tempo, neste que é o terceiro menor estado do Nordeste.

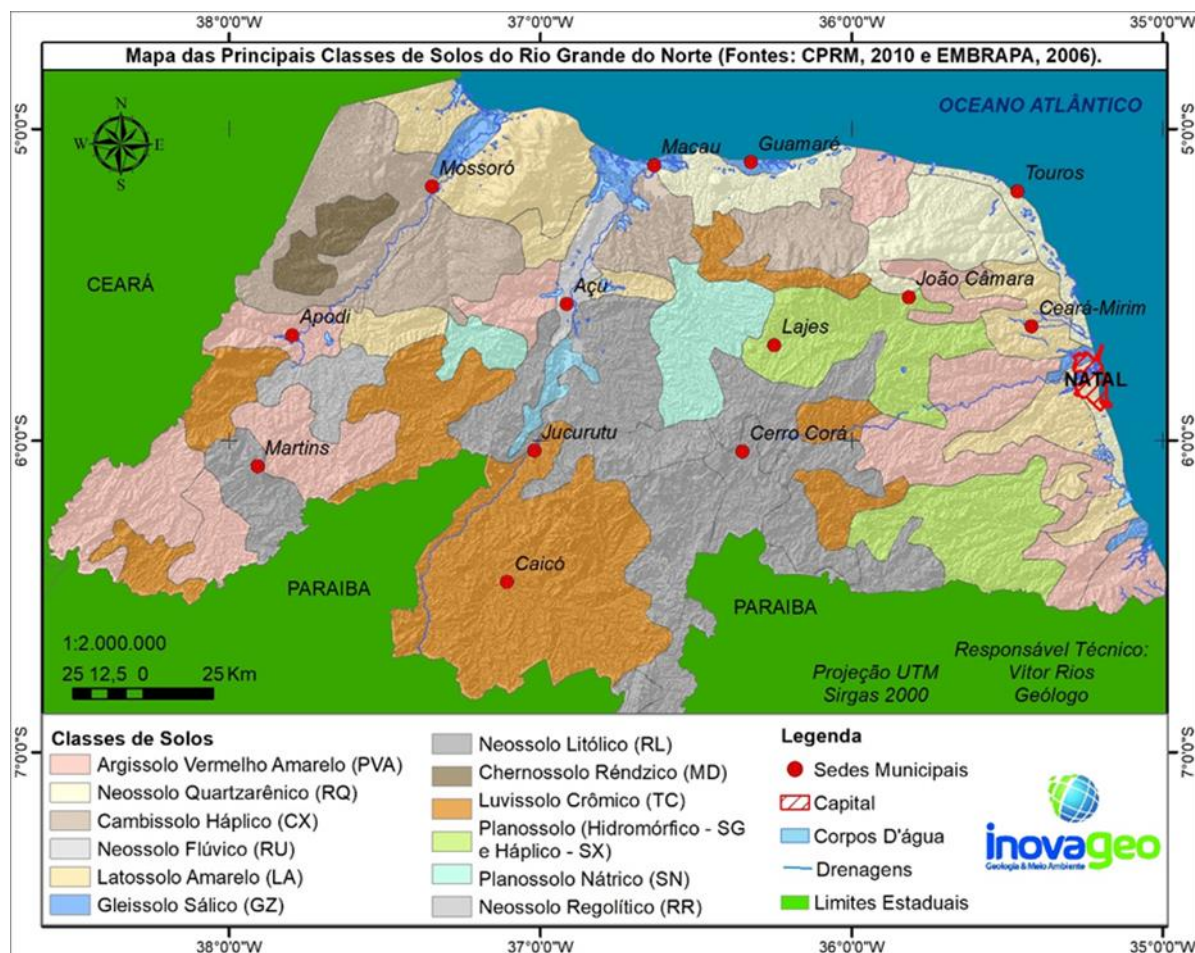


Figura 2. Mapa das principais classes de solo do Rio Grande do Norte. **Fonte:** INOVAGEO (2017).

Nos solos do RN que são mais arenosos e caulíníticos, a fertilidade é menor. Naqueles mais argilosos, especialmente os que apresentam maior proporção de minerais do tipo 2:1, ocorrem maior saturação por bases, e mas ambos apresentam baixos teores de P (BRASIL, 1971), sendo o P o nutriente mais limitante para produção agrícola. A percentagem de ocorrência dos principais solos em relação à área total do Estado encontra-se na Figura 3. Destacam-se nas paisagens potiguares os Neossolos Litólicos, Argissolos Vermelho-Amarelos e os Planossolos, os quais representam 49,4% (2.618.913 ha) da área total do Estado, mas também os Luvissolos, Latossolos Vermelho- -Amarelos e Neossolos Quartzarênicos, que representam 32,2% (1.708.038 ha) da área total. Os demais solos embora representem apenas 17,5% da superfície do Estado, são muito importantes e bastante utilizados na agricultura (OLIVEIRA & HOLANDA, 2017).

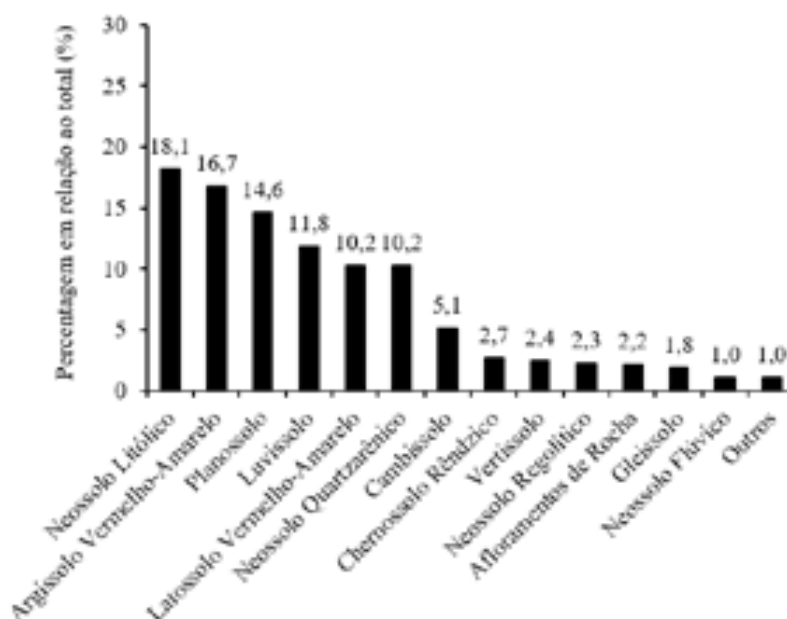


Figura 3. Percentagem de ocorrência dos principais solos do Rio Grande do Norte em relação à área total do Estado. Fonte: OLIVEIRA & HOLANDA (2017) (Adaptado de BRASIL (1971).

Os solos de maior fertilidade e com maior potencial de uso na agricultura são os Luvissoles (623.972 ha), Cambissolos (270.155 ha), Chernossolos Rêndzicos (140.622 ha), Vertissolos (126.609 ha) e Neossolos Flúvicos (54.596 ha). Os de menor fertilidade e mais importantes para a agricultura são os Argissolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Regolíticos. Quanto a região, analisando as regiões semiáridas do Mato Grande e da Chapada do Apodi, onde se encontra a maioria dos solos desse estudo merecem destaque a boa fertilidade dos solos formados a partir de materiais originários direta ou indiretamente da formação geológica Calcário Jandaíra, como os Cambissolos, Chernossolos Rêndzicos, Neossolos Litólicos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Vertissolos. Esses solos apresentam pH variando geralmente entre 7,0 e 7,5, teores elevados de cálcio, magnésio e potássio, mas em geral são muito pobres em P. Os solos de várzea (Neossolos Flúvicos) apresenta grande potencial para serem irrigados e quase sempre são muito férteis e muitos deles também são ricos em P (OLIVEIRA & HOLANDA, 2017). Alguns perfis foram descrito no levantamento exploratório de reconhecimento de solos do estado do RN (BRASIL, 1971) e serão apresentados.

Com relação ao Neossolos, estes são solos pouco desenvolvidos, provenientes de deposições fluviais de natureza variada, que apresentam apenas o horizonte superficial A ou Ap e C-R. Verifica-se em alguns perfis formação de um horizonte incipiente (B) bem pequeno. São solos de fertilidade natural alta, medianamente profundos, moderadamente ácidos a alcalinos, nas camadas inferiores e

sem problemas de erosão. Apresentam argila de atividade alta, saturação com alumínio praticamente inexistente e alta saturação de base. Estes solos ocorrem em várias áreas do Estado, as margens dos baixos cursos dos rios e nas várzeas. Na zona centro norte e na chapada do Apodi, ocorrem nas várzeas do rio Pinhas e Apodi respectivamente. São desenvolvidos a partir de sedimentos referidos a holoceno. O material é constituído por sedimentos recentes sobrepostas sem disposição preferencial dos extratos, aluviais não consolidados, de natureza variada, formando camadas estratificadas, cujo relevo é plano. A vegetação dominante é a floresta ciliar de carnaúba e caatinga hiperxerófila, arbustiva. Os teores de carbono orgânico total (COT) apresentam valores bastante variados para o horizonte A1 ou Ap, desde baixo até alto (0,51 a 1,83 dag kg⁻¹). Nas demais camadas esses valores são predominantemente baixos (0,16 a 0,95 dag kg⁻¹) (BRASIL, 1971).

Os Cambissolos possuem um baixo grau de desenvolvimento, apresentando espessuras com elevada variação, indo de rasos a profundos. Mostram horizonte A, dos variados tipos, em cima do horizonte B incipiente (Bi), com alterações em suas características. São encontrados na zona da chapada do Apodi, e são desenvolvidos a partir do calcário Jandaíra do cretáceo, em áreas de relevo plano de área de relevo plano onde a vegetação é representada pela Caatinga Hiperxerófila arbórea ou arbórea arbustiva densa. Num perfil de solo descrito na Chapada do Apodi sob calcário Jandaíra, em área de caatinga, este solo apresentou teor de COT no horizonte A1 (0-9 cm) de 1,71 dag kg⁻¹ no horizonte Bw (9-23 cm) de 0,77 dag kg⁻¹ (BRASIL, 1971).

Os Chernossolos é constituída por solos relativamente rasos, derivados de calcários do Cretáceos, oriundos da formação Jandaíra, com horizonte A Chernozêmico moderadamente drenado, pH alcalinos >8, CTC alta, e saturação de bases (V%) igual a 100% e relevo plano. Os teores de COT são normalmente altos, compreendidos entre 1,25 a 1,73 dag kg⁻¹ no horizonte A, decrescendo para valores entre 1,40 a 0,19 dag kg⁻¹ no horizonte C. Os teores de Ca e Mg desse solos são relativamente altos 33 e 11 cmol_c kg⁻¹ de 0-20 cm (BRASIL, 1971).

Os Vertissolos compreende solo e minerais argilosos (em geral com mais de 30% de argila), com elevado conteúdo de minerais de argila 2:1 (grupo de montmorilonita), que apresentam “slickensides” em algum horizonte abaixo da superfície e fendilhamento na época seca. Geralmente são solos pouco profundos, com alta saturação de bases (V% > 90%), com reação praticamente neutra ou moderada alcalina (pH em água entre 6 e 7,8). São imperfeitamente drenados ou mal drenados (solos de várzea), com permeabilidade muito lenta, muito susceptível a erosão. São desenvolvidos a partir de sedimentos aluviais argilosos (holocenos), influenciados por calcário ou calcário da Formação Jandaíra (cretáceo) em áreas de relevo plano ou suave ondulado, sob condições de clima dominante semiárido. O horizonte é fraco, moderado ou Chernozêmico. Num perfil de solo descrito na Chapada do Apodi sob Calcário Jandaíra, em área de Caatinga hiperxerófila, este solo apresentou

teor de COT no horizonte A1 (0-13 cm) de 1,03 dag kg⁻¹ no horizonte C1 (13-25 cm) de 0,37 dag kg⁻¹ (BRASIL, 1971).

Os Argissolos são solos minerais, não hidromorficos, com horizonte B textural e predominantemente com argila de atividade baixa. Quando apresentam argila de atividade alta, são distróficos (SANTOS et al., 2013). Desenvolvem-se a partir dos mais diversos materiais de origem e abrangem características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas diversificadas. Entretanto, devido a maior de evolução pedogenética, possui predomínio de argilominerais do grupo de caulinitas e menor proporção de micas (EMBRAPA, 1998). Variam desde solos rasos a muito profundos e evidenciam cores amareladas, avermelhadas e, por vezes, acinzentadas. Na superfície a textura varia de arenosa a argilosa e, em subsuperfície, de média a muito argilosa. No domínio da caatinga, predominam em relação ao luvisolos e ocupam aproximadamente 15% da área (JACOMINE, 1996).

Os Latossolos são solos minerais, pedogeneticamente muito desenvolvidos, profundos, porosos, fortemente drenados, friáveis ou muito friáveis, com a presença de horizonte B latossólico (Bw) imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte diagnóstico superficial, exceto horizonte hístico. Como resultado da acentuada evolução pedogenética, restam no perfil de alteração argilominerais 1:1, óxidos de Fe, Al e Ti, quartzo e alguns pouco minerais resistentes ao intemperismo (ARAÚJO FILHO, et al., 2017). Ocorrem na sua grande maioria na zona úmida costeira associados com outras unidades, desenvolvidas a partir de sedimentos do Grupo Barreiras (BRASIL, 1971). Em perfil de solo descrito para Latossolo Vermelho Amarelo de textura média sob formação florestal secundária, este solo apresentou as seguintes características 0-30 cm: pH 4,4; teor de cálcio 0,6 cmol_c kg⁻¹ e teor de COT de 0,58 dag kg⁻¹ (BRASIL, 1971).

2.3 Importância da matéria orgânica do solo e suas frações

Para avaliar a qualidade do solo (QS), faz-se necessário selecionar algumas de suas propriedades que são consideradas atributos indicadores. Um eficiente indicador deve ser sensível às variações do manejo, bem correlacionado com as funções desempenhadas pelo solo, capaz de elucidar os processos do ecossistema, ser compreensível e útil para o agricultor e, preferentemente, de fácil e barata mensuração (DORAN & ZEISS, 2000). Ainda, deve ser sensível às alterações na QS induzidas por modificações recentes no manejo do solo (CONCEIÇÃO et al., 2005). Para Islam & Weil (2000), ao avaliar a qualidade do solo os indicadores são divididos em três componentes: efêmeros (curto espaço de tempo, exemplo textura), os intermediários e os permanentes (inerentes ao solo, exemplo textura). Indicadores intermediários são aqueles que demonstram uma crítica influência da

capacidade do solo em desempenhar suas funções, tais como: agregação, biomassa microbiana, quociente respiratório, carbono orgânico total, ativo e suas frações. Para esses autores, os indicadores intermediários são os de maior importância para integrarem um índice de QS.

A matéria orgânica do solo (MOS) é um dos atributos do solo com potencial a ser utilizada como atributo-chave da QS pois, além de satisfazer o requisito básico de ser sensível a modificações pelo manejo do solo, é ainda fonte primária de nutrientes às plantas, influenciando a infiltração, retenção de água e susceptibilidade à erosão, além de atuar sobre outros atributos, tais como: ciclagem de nutrientes, complexação de elementos tóxicos e estruturação do solo (CONCEIÇÃO et al., 2015).

Os solos tropicais, intensamente intemperizados, apresentam como uma das suas principais características químicas a baixa CTC. Nesses solos, o teor de MOS tem importância preponderante na CTC efetiva (BAYER & MIELNICZUK, 1999). Visando investigar o potencial de atributos na avaliação de sistemas de manejo em dois experimentos de longa duração em Argissolos no Sul do Brasil, Conceição et al. (2005) observaram que a MOS nas duas áreas experimentais, foi eficiente para discriminar a QS induzida por sistemas de manejo.

De acordo com Primo et al. (2011) a matéria orgânica do solo (MOS) é composta principalmente por C, H, O, N, S e P, abrange componentes vivos, também denominada lábil e, não vivos que são os recalcitrantes. Sendo os vivos, os organismos do solo e as raízes de plantas, formando aproximadamente 4% do total. Já os componentes não vivos refletem à matéria macrogânica, composta de resíduos de plantas em decomposição, as substâncias não humificadas e as humificadas (humina, ácidos húmicos e fúlvicos). A maioria dos estudos concentra-se no C orgânico total (COT) e N total (NT), todavia, pequenas alterações nos totais de C e N são dificilmente detectáveis em curto prazo, em parte porque a variabilidade natural do solo é elevada (SILVA et al., 2011), por isso também se estuda as frações da MOS.

A fração lábil apresenta alta taxa de decomposição e um curto período de permanência no solo, e sua principal função é o fornecimento de nutrientes às plantas pela mineralização, além de energia e C aos microrganismos do solo (SILVA & MENDONÇA, 2007). A fração humificada representa cerca de 2/3 do C orgânico e tem maior permanência no solo, sua principal função é atuar sobre as condições físicas e químicas do solo, além de ser importante no sequestro de C atmosférico (SILVA & MENDONÇA, 2007). Na região do Cerrado, Silva et al. (2011) observaram que a análise do carbono orgânico total é sensível para detectar diferenças entre os sistemas de manejo do solo, porém a magnitude dos efeitos é maior nas frações lábeis da MOS. No semiárido Potiguar, Marinho et al. (2016) observaram que por meio das análises dos componentes principais que alguns atributos químicos (P, K⁺ e Ca⁺²) e frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica (MOS) foram eficientes indicadores na separação dos ambientes. Todavia, os mais sensíveis foram C lábil e IMC.

Na região do Semiárido, o Bioma Caatinga é considerado frágil em termos de decomposição da matéria orgânica do solo (MOS) devido à alta temperatura e baixo aporte de resíduo. No centro-norte baiano, em Irecê, Fracetto et al. (2012) constataram que a conversão da caatinga para o cultivo da mamona ocasionou uma diminuição de cerca de 50 % no estoque de C e N no solo. Marinho et al. (2016) em área agroecológica observaram a manutenção das condições semelhantes à mata nativa nas frações de C lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica (MOS), atingindo inclusive um índice de manejo de carbono de 111. Martins (2009) em estudos na caatinga hiperxerófila conservada encontrou estoques de carbono orgânico total de 13,8; 7,8 e 7,7 g kg⁻¹ no fim do período seco e de 14,0; 9,5 e 7,2 g kg⁻¹ no fim do período chuvoso, nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, respectivamente, valores maiores que o encontrado neste trabalho.

Com relação às frações recalcitrantes da MOS, na maioria dos artigos ocorre o predomínio do C na fração humina (HUM), em comparação às frações ácidos húmicos (AH) e fúlvicos (AF), independentemente dos sistemas de manejo e profundidades analisadas (SILVA et al., 2011; PRIMO et al., 2011; MARINHO et al., 2016; FONTANA et al., 2017). Silva et al. (2011) observaram que nos sistemas de uso e manejo do solo, a fração humina representou, em média, contribuição de 45 a 74% do COT do solo, já Marinho et al. (2016) observaram que esta contribuição foi de 80% 0-10 cm de profundidade. Estes autores encontraram um teor de C na substância húmica no solo de mata nativa de 3,09 e 2,28 g kg⁻¹, respectivamente nas camadas de 0-5 e 5-10 cm. Os teores de C na humina, ácido húmico e ácido fúlvico foram 2,47, 0,27 e 0,34 dag kg⁻¹ (0-5 cm) e 1,76, 0,25 e 0,26 dag kg⁻¹ (5-10 cm), respectivamente. Segundo Grinhut et al. (2007), esta predominância da fração HUM está relacionada à sua insolubilidade e resistência à biodegradação, favorecida pela formação de complexos argilo-húmicos estáveis.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Analisar as frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica de solo da Região Semiárida Potiguar entre os Rios Piranhas-Açu (RN) e Jaguaribe (CE).

3.2 Específicos

- Analisar os teores de carbono orgânico total do solo;
- Analisar o carbono lábil oxidado por permanganato de potássio nos diferentes tipos de solo;
- Analisar as substâncias húmicas e suas frações humina, ácidos húmicos e fúlvicos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Áreas em estudo

A escolha dos solos representativos da região Semiárida está localizada entre os Vales dos Rios Piranhas-Açu (RN) e Jaguaribe (CE) teve como base a expressão geográfica e a importância desses solos para a agricultura da região Potiguar. O clima da região segundo Köppen, é do tipo BSw'h', tropical quente semiárido, com precipitação pluvial média anual de 550 a 940 mm e temperatura média anual de 23 °C, marcado por dois períodos bem definidos: seco (prolongado) e úmido (curto e irregular). A vegetação natural é a Caatinga hiperxerófila, caracterizada por espécies vegetais predominantemente caducifólias, cujas folhas decíduas caem na época de seca em resposta à escassez de água. A caatinga apresenta formação vegetal com características bem definidas com árvores de baixo porte, arbustos, cactáceas e bromeliáceas agrupadas em três estratos: arbóreo, medindo de 8 a 12 metros; arbustivo de 2 a 5 metros e herbáceo com menos de 2 metros (ALVES et al. 2009).

4.2 Caracterização e coleta dos solos

Foram selecionados oito tipos de solos com diferentes localizações e material de origem (Tabela 1) e, características físicas e químicas (Tabela 2). Para isso, foram consultados os dados de análises físicas, químicas, mineralógicas e a descrição morfológica dos perfis de solos descritos por Brasil (1971; 1973 a,b). Cada um dos solos usados na pesquisa foi selecionado de modo a apresentar uma ampla variação de características físicas, químicas, mineralógicas e morfológicas.

A coleta de todos os solos foi sob mata nativa em Caatinga Hiperxerófila realizadas numa profundidade 0-30 cm, e levadas para o laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Essas amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm e, analisadas física e quimicamente (EMBRAPA, 2011). Os locais de coleta dos solos foram georeferenciados e alocados conforme o mapa de distribuição espacial (Figura 4), utilizando-se de aparelho GPS, sendo os dados plotados com auxílio do sistema de informação geográfica (SIG) ArcGis 10.1 (OLIVEIRA, 2017).

Tabela 1. Tipo de solo, localização, material de origem e vegetação dos oito solos representativos da Região Semiárida do Rio Grande do Norte.

Tipo de Solo	Sigla	Localização	Material de origem	Vegetação
Latossolo Vermelho-Amarelo	LVA	Mossoró	Sedimentos do Grupo Barreiras	Caatinga
Argissolo Vermelho-Amarelo	PVA1	Mossoró	Sedimentos do Grupo Barreiras	Caatinga
Neossolo Flúvico	RY	Carnaubais	Sedimentos Aluviais	Caatinga
Cambissolo Háplico	CX1	Afonso Bezerra	Calcário	Caatinga
Chernossolo Rêndzico	MD	Mossoró	Calcário	Caatinga
Cambissolo Háplico	CX2	Baraúna	Calcário	Caatinga
Argissolo Vermelho-Amarelo	PVA2	Apodi	Calcário	Caatinga
Vertissolo Háplico	VX	Mossoró	Calcário	Caatinga

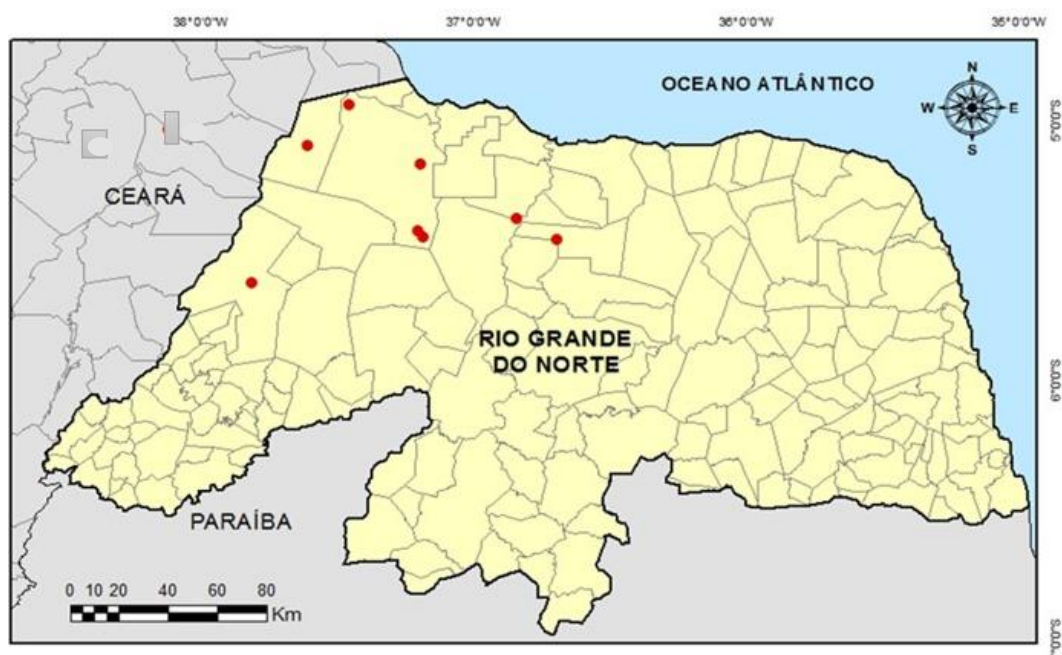


Figura 4. Distribuição espacial dos locais de coleta de solos representativos da região semiárida Potiguar. **Fonte:** Oliveira (2017).

Para a caracterização dos atributos químicos do solo foram realizadas análises de: potencial hidrogeniônico (pH) em água, condutividade elétrica (CE) em água, teor de cálcio trocável (Ca^{2+}) e magnésio trocável (Mg^{2+}) com extrator cloreto de potássio, acidez potencial (H^+Al) com utilização de acetato de cálcio, análise do fósforo (P), sódio (Na^+) e potássio (K^+) com extrator Mehlich-1, todas de acordo com EMBRAPA (2011). Para os atributos físicos do solo, foi realizado a análise granulométrica, obtida pelo método da pipeta utilizando dispersante químico (Hexametáfosfato de sódio) e água destilada em 20 g da terra fina seca ao ar (TFSA), com agitação mecânica lenta em agitador (Wagner 50 rpm) por 16 horas (DONAGEMA et al., 2011); areia (2 a 0,05 mm), quantificada por tamisação; argila (< 0,002 mm) por sedimentação e o silte (0,05 a 0,002 mm) por diferença entre as frações de areia total e argila (Tabela 2).

Tabela 2. Características químicas e teor de argila de oito solos representativos da região semiárida do Rio Grande do Norte⁽¹⁾.

Característica	Solo ⁽²⁾							
	LVA	PVA1	RY	CX1	MD	CX2	PVA2	VX
Argila (g kg ⁻¹)	50	160	190	230	320	330	410	420
P-rem (mg L ⁻¹) ⁽³⁾	59,17	52,31	50,02	22,79	11,55	32,39	26,13	17,25
pH	4,89	4,29	6,49	6,80	7,59	6,69	7,50	7,84
Mat. Org. (g kg ⁻¹)	2,55	8,62	8,62	9,03	18,14	11,31	4,00	6,48
P-Mehlich-1 (mg dm ⁻³)	5,20	6,30	75,60	2,80	4,70	6,70	5,60	2,60
K ⁺ (mg dm ⁻³)	16,4	39,1	158,4	200,8	223,9	155,3	279,3	67,7
Na ⁺ (mg dm ⁻³)	5,80	28,60	151,80	16,3	41,8	56,5	39,4	40,1
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,20	0,90	6,63	11,30	41,80	5,66	8,80	33,60
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,33	0,47	3,30	2,40	3,80	1,40	3,97	8,30
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,17	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(H+Al) (cmol _c dm ⁻³)	1,38	4,07	1,38	1,93	0,00	2,15	0,00	0,00
SB (cmol _c dm ⁻³)	0,60	1,59	11,00	14,28	46,35	7,70	13,66	42,25
t (cmol _c dm ⁻³)	0,77	2,12	11,00	14,28	46,35	7,70	13,66	42,25
CTC (cmol _c dm ⁻³)	1,98	5,66	12,38	16,21	46,35	9,85	13,66	42,25
V (%)	30	28	89	88	100	78	100	100
m (%)	1	2	0	0	0	0	0	0
PST(%)	1	2	5	0	0	2	1	0

⁽¹⁾Análises químicas e físicas realizadas de acordo com Embrapa (2011). ⁽²⁾LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo (Mossoró); PVA1 = Argissolo Vermelho-Amarelo (Mossoró); RY = Neossolo Flúvico (Carnaubais); CX1 = Cambissolo Háplico (Afonso Bezerra); MD = Chernossolo Rêndzico (Mossoró); CX2 = Cambissolo Háplico (Baraúna); PVA2 = Argissolo Vermelho-Amarelo (Apodi); VX = Vertissolo (Mossoró). ⁽³⁾P-rem = fósforo remanescente (Alvarez V. et al., 2000).

4.3. Análises de carbono orgânico total e frações da matéria orgânica do solo

A determinação do carbono orgânico total (COT) foi realizada pelo método de oxidação por via úmida, por meio de dicromato de potássio a 0,167 mol L⁻¹ com aquecimento externo em meio ácido, e posterior titulação com sulfato ferroso amoniacal a 0,20 mol L⁻¹ proposto por Yeomans & Bremner (1988).

Para a determinação do teor de C lábil (CL), subamostras de 1,0 g de solo (60 mesh) foram acondicionadas em tubo de centrífuga de 50 mL, juntamente com 25 mL de solução de KMnO₄ (0,033 mol L⁻¹) (SHANG & TIESSEN, 1997). Os tubos foram colocados em agitador horizontal a 170 rpm,

por 1 hora, e centrifugados a 2.000 rpm, por 10 min, sempre protegidos da luz. Após centrifugação, colocaram-se 100 µL do sobrenadante em tubos de ensaio e o volume foi completado com 10 mL com água deionizada. As dosagens do CL foram realizadas em espectrofotômetro, com comprimento de onda de 565 nm. Para dosagem utilizou como pontos da curva 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0 mL da solução de KMnO_4 ($0,033 \text{ mol L}^{-1}$) e completados em balão de 100 mL, o que correspondeu a uma concentração de 0,000066, 0,000132, 0,000198, 0,000264 e 0,00033 mol L^{-1} .

Para a determinação de C das frações recalcitrantes ou substâncias húmicas, subamostras de 1,0 g de solo (60 mesh) foram submetidas ao fracionamento de substâncias húmicas, segundo o método da International Humic Substances Society (IHSS) (Swift, 2001). Deste fracionamento foram obtidas as frações correspondentes aos ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e huminas, pela solubilidade diferencial em soluções ácidas e alcalinas. Do somatório de todas essas frações húmicas, foram obtidas as substâncias húmicas e determinados os teores de C, conforme descrito anteriormente para o COT.

Para isso, subamostras de 1,0 g de solo (60 mesh) foram acondicionadas em tubo de centrífuga de 50 mL, juntamente com 25 mL de solução de NaOH ($0,1 \text{ mol L}^{-1}$), agitados por 1 hora a 170 rpm e deixados em repouso por 16 horas. Após esse período, as amostras foram centrifugadas a 2000 rpm, e o sobrenadante colocado em novo tubo de centrifuga. Repetiu-se novamente o processo, com 25 mL de solução de NaOH ($0,1 \text{ mol L}^{-1}$) e agitados manualmente por 1 minutos, centrifugados e o sobrenadante foi colocado com extrato anterior com a obtenção final de 50 mL de extrato líquido para cada solo. A parte sólida aderida ao tudo correspondeu à humina, que posteriormente foi seco em estufa a 60°C e macerada para obtenção do teor de C.

Nos 50 mL de extrato líquido remanescente foram abaixados o pH em torno de 2,0 e deixados em repouso por 16 horas. Após esse período, as amostras foram centrifugadas e o ácido húmico foi o precipitado. O ácido fúlvico ficou solubilizado e foi aferido para 50 mL. Posteriormente, o ácido húmico foi novamente solubilizado com NaOH ($0,1 \text{ mol L}^{-1}$), até o volume final de 50 mL, e determinado o teor de C em ambos os extratos, conforme supracitados para COT.

4.4. Análises estatística

A estatística utilizada foi a descritiva. Assim, calculou-se a média aritmética amostral e a variabilidade das médias foi estimada pelo seu erro padrão por meio da fórmula: $S_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$, onde S_x é o erro padrão da média, s é o desvio padrão e n é o tamanho da amostra.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Carbono orgânico total e lábil

Analizando o carbono orgânico total (COT) dos diferentes solos da região semiárida do Rio Grande do Norte observou-se que, apesar da diferenciação nos teores de COT, todos os solos sobre rochas calcárias apresentaram maiores valores. Os maiores teores de COT foram em Chernossolo Rêndzico (MD) ($12,69 \text{ g kg}^{-1}$) no município de Mossoró, sendo superior ao Cambissolo de Afonso Bezerra (CX2) em 32 %, ao Cambissolos de Baraúna (CX1) e o Vertissolo (VX) de Mossoró em 39% e, no Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA1) de Apodi em 41%. (Tabela 3).

Os valores encontrados para COT neste estudo para MD foram maiores que os encontrados por Menezes et al. (2012) em diferentes tipos de solos sobre o bioma Caatinga. Estes solos tiveram valores médios em torno de $9,3 \text{ g kg}^{-1}$ de C. Sampaio & Costa (2011) também no semiárido nordestino, encontraram teores de C no solo estimados em 9,25 e $5 \text{ g C kg solo}^{-1}$, nas profundidades de 0-20 e 20-100 cm. Todavia, maiores valores foram encontrados por Marinho et al. (2016) na microrregião da Chapada do Apodi, em um Cambissolo Háplico eutrófico sobre rocha calcária, cerca de 40,7 e $21,8 \text{ g kg}^{-1}$ de solo, isto ocorreu devido a menor profundidade de estudo desses autores 0-5 e 5-10 cm, respectivamente.

O menor teor de COT foi observado em Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) em Mossoró ($1,68 \text{ g kg}^{-1}$), sobre sedimentos do Grupo Barreiras, de textura arenosa, contendo somente 50 g kg^{-1} de argila (Tabela 3). O menor teor de C no LVA provavelmente está associado ao menor teor de argila, pois segundo Santos et al. (2017) argila e silte, em especial as argilas, mesmo em baixa quantidade são capazes de favorecer a interação entre a fração mineral e orgânica, contribuindo para maior estabilização da MOS.

Apesar de todos os solos estarem sob a mata nativa, a vegetação da Caatinga no caso do MD encontrava-se mais preservada, e com maior diversidade com formação vegetal com árvores baixas, arbustos, cactáceas e bromeliáceas, entre outras espécies. Além disso, observou-se na serapilheira fragmentos de folhas, galhos, ramos, flores, frutos, sementes e outros materiais vegetais de difícil identificação, além de insetos ou partes destes e fezes, fato que pode ter contribuído para aumento no teor de COT. Quando a vegetação natural está preservada a conservação da matéria orgânica tende a ser máxima, auxiliando sua trajetória de agregação, para a proteção e manutenção do carbono no solo quando comparados a sistemas de cultivo (CARNEIRO et al., 2009).

Outro fator que deve ter contribuído para a preservação do COT é o teor de cálcio no MD (41,80

$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Segundo Munner & Oades (1989 a, b) um fator que pode contribuir para a estabilização e aumento da MOS é a interação de compostos orgânicos com cátions divalentes, especialmente o Ca, melhorando a agregação do solo e polimerizando as moléculas orgânicas, formação de organo-metálicos mais estáveis. Munner e Oades (1989a) observaram que a decomposição da ^{14}C glicose quando incubada ao solo com fontes de Ca foi reduzida em 4 % na presença de CaCO_3 e 14 % na presença de CaSO_4 .

Tabela 3. Teores de argila, carbono orgânico total (COT) e lábil (CL) de oito solos representativos do Rio Grande do Norte.

SOLO ⁽¹⁾	Argila	COT g kg ⁻¹	CL	CL/COT %
LVA	50	1,68 ±0,02	1,44 ±0,17	85,7 ±10,61
PVA1	160	5,6 ±0,09	0,98 ±0,03	17,50 ±0,66
RY	190	5,84 ±0,10	0,72 ±0,02	12,32 ±0,36
CX1	230	7,74 ±0,02	0,98 ±0,04	12,66 ±0,51
MD	320	12,69 ±0,36	1,17 ±0,06	9,2 ±0,83
CX2	330	8,59 ±0,06	0,82 ±0,01	9,5 ±0,18
PVA2	410	7,50 ±0,07	0,86 ±0,05	11,47 ±0,71
VX	420	7,68 ±0,05	0,89 ±0,03	11,59 ±0,40
Média Geral	-	7,17	0,98	21,72

⁽¹⁾ LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo (Mossoró); PVA1 = Argissolo Vermelho-Amarelo (Mossoró); RY = Neossolo Flúvico (Carnaubais); CX1 = Cambissolo Háplico (Afonso Bezerra); MD = Chernossolo Rêndzico (Mossoró); CX2 = Cambissolo Háplico (Baraúna); PVA2 = Argissolo Vermelho-Amarelo (Apodi); VX = Vertissolo Háplico (Mossoró). Médias ± erro padrão da média. CV = coeficiente de variação da análise de todos os solos em função da média e desvio padrão geral.

Na análise do carbono lábil (CL) observou-se efeito contrário ao COT. O maior teor de CL foi obtido no Latossolo Vermelho-Amarelo textura arenosa (1,44 g kg⁻¹), sendo que este contribuiu cerca de 85,7% para o COT (Tabela 3). Dentre os compartimentos da MOS, o carbono lábil (CL) apresenta alta taxa de decomposição e um curto período de permanência no solo, e sua principal função é o fornecimento de nutrientes às plantas pela mineralização, além de energia e C aos microrganismos do solo (SILVA & MENDONÇA, 2007).

O alto teor de C na fração lábil denota uma fragilidade do sistema em termos de sustentabilidade, uma vez que, o manejo com revolvimento desse solo pode rapidamente mineralizar o C presente nesta fração (SILVA et al., 2011). Deve-se ter o máximo cuidado ao manejar essa área, pois a baixa adição de biomassa vegetal ao solo, associado à remoção de resíduos de culturas e práticas de manejos convencionais em sistemas de produção agrícola, pode contribuir para perdas consideráveis de matéria orgânica neste tipo de solo, mostrando que o manejo da área deve ser feito

em consorciação com a Caatinga, para evitar sua degradação. Os demais solos tiveram uma contribuição do CL para o COT, variando de 9,2 a 17,5 %. O reservatório lábil de COT representa em média aproximadamente 45% em solos semiáridos, isto atribuídas à baixa precipitação, altas taxas de evaporação e secas frequentes (SOUZA et al., 2014).

5.2 Carbono nas frações humificadas

Os valores dos teores de carbono orgânico nas substâncias húmicas (CSH) e suas frações humina (CHUM), ácido húmico (CAH) e, ácido fúlvico (CAF) encontram-se na Tabela 4. Semelhante ao COT, o maior teor C nas substâncias húmicas foi encontrado no Chernossolo Rêndzico (MD) (11,83 g kg⁻¹), seguido pelo Vertissolo (VX) (8,48 g kg⁻¹) e ao Argissolo Vermelho Amarelo (PVA2) (8,06 g kg⁻¹) (Tabela 4). A respeito das frações humificadas, independentemente do tipo de solo, a humina (HUM) foi a fração que mostrou o maior teor de carbono dentre as frações húmicas, correspondendo cerca de 43 a 95% do C presente nas substâncias húmicas, com exceção do LVA.

A região semiárida do RN em Cambissolo Háplico Marinho et al. (2016) observaram que a HUM correspondeu a 79,9% da CSH para um cambissolo Háplico na área de Caatinga no semiárido do RN. Sousa et al. (2012) encontraram valores mais baixos que desse estudo, cerca de 42–55% do C humificado. Fontana et al. (2006) declara que os maiores valores de carbono na fração humina podem estar relacionados ao tamanho das moléculas e ao maior grau de estabilidade desta fração quando comparado aos ácidos fúlvicos e húmicos que podem ser translocadas para camadas mais profundas, ser polimerizados ou mineralizados, e diminuir, assim, seu teor residual no solo.

A fração HUM seguiu a mesma tendência das SH, com os maiores teores de C em MD (11,83 g kg⁻¹), seguido de CX1 (7,38 g kg⁻¹), V (7,08 g kg⁻¹) e PVA2 (6,65 g kg⁻¹), e os menores teores em LVA (1,68 g kg⁻¹) (Tabela 4). A CHUM apresenta forte interação com a fase mineral do solo, contribuindo para maior permanência dessa fração no solo, principalmente em solos mais argilosos. Associado a isso, os elevados teores de bases trocáveis (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺) em conjunto com a entrada de material vegetal, menor temperatura do solo pela maior cobertura de serapilheira, e o não revolvimento do solo nessa área favoreceu o processo de humificação dos tecidos lignificados, que nessas condições, são modificados por demetilação, devido aos baixos processos de insolubilização e neossíntese microbiana, fazendo com que ocorra o predomínio da humina em MD (TAN, 2003).

A permanência da humina no solo está atrelada à sua insolubilidade e resistência à biodegradação, originada pela formação de complexos metálicos estáveis ou argilo-húmicos. Cabe salientar que, em sítios de trocas organo-mineral, as frações mais humificadas da MOS tornam-se

menos acessíveis aos microrganismos e suas enzimas, desta forma persistem no solo por longo período (SANTOS et al., 2013).

Para as frações AH e AF, os maiores teores de C foram encontrados em Argissolo Vermelho-Amarelo (Mossoró-RN) 1,27 e 2,37 g kg⁻¹, respectivamente (Tabela 4). A maior proporção dos ácidos húmicos propõe uma melhor qualidade do húmus ou crescimento da atividade biológica (CANELLAS et al., 2007). Por outro lado o menor teor C presente na humina (2,80 g kg⁻¹) mostra menor recalcitrância e menor tempo de permanência desse material no solo. As frações C-AF e C-AH, por apresentarem menor estabilidade, podem ser polimerizadas ou mineralizadas, e diminuir assim, seu teor residual no solo (FONTANA et al., 2006).

A relação entre os teores de C na FAH/FAF, a qual indica a maior mobilidade do C no solo, somente 3 solos tiveram valores acima de 1,0, o CX2 (9,66), CX1 (1,33) e o PVA2 (1,06), indicando nestes solos a perda seletiva da fração mais solúvel. Todavia os demais solos tiveram valores menores que 1, sinalizando a limitada evolução da MO adicionada, por recente aporte de MO, o que favorece a gênese da FAF em relação a FAH. Segundo alguns autores a razão C-FAH/FAF é normalmente inferior a 1,0 é em virtude da menor intensidade do processo de humificação, condensação e síntese, conferida à intensa mineralização dos resíduos, limitantes edáficos e reduzidos conteúdos de bases trocáveis e/ou baixa à atividade microbiana nos solos (CANELLAS et al., 2002; SANTOS, 2016).

Tabela 4. Teores de argila e carbono nas substâncias húmicas (CSH), humina (CHUM), ácido húmico (CAH) e ácido fúlvico (CAF) de oito solos representativos do Rio Grande do Norte.

SOLO ⁽¹⁾	Argila	CSH	CHUM	CAH	CAF	CAH/CAF
	-----g kg ⁻¹ -----					
LVA	50	2,71±0,04	1,68±0,02	0,21 ±0,01	0,98 ±0,02	0,21±0,02
PVA1	160	6,45±0,20	2,80 ±0,08	1,27 ±0,05	2,37 ±0,20	0,53±0,03
RY	190	6,11±0,23	5,52 ±0,06	0,36 ±0,03	0,46 ±0,02	0,78±0,10
CX1	230	7,75±0,05	7,38 ±0,22	0,21 ±0,01	0,16 ±0,003	1,31±0,04
MD	320	11,83±0,10	11,25 ±0,03	0,25 ±0,02	0,45 ±0,04	0,55±0,05
CX2	330	6,54 ±0,04	5,58±0,09	0,87 ±0,03	0,09 ±0,002	9,66±0,60
PVA2	410	8,06±0,30	6,65 ±0,03	0,72 ±0,02	0,68 ±0,02	1,06±0,01
VX	420	8,48±0,14	7,08 ±0,20	0,28 ±0,01	1,12 ±0,14	0,25±0,27
Média Geral	-					

⁽¹⁾ LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo (Mossoró); PVA1 = Argissolo Vermelho-Amarelo (Mossoró); RY = Neossolo Flúvico (Carnaubais); CX1 = Cambissolo Háplico (Afonso Bezerra); MD = Chernossolo Rêndzico (Mossoró); CX2 = Cambissolo Háplico (Baraúna); PVA2 = Argissolo Vermelho-Amarelo (Apodi); VX = Vertissolo Háplico (Mossoró).

6. CONCLUSÕES

Os elevados teores cálcio, argila e aporte de material vegetal contribuíram para que o Chernossolo Rêndizico tivesse os maiores teores de carbono orgânico total, e C nas substancias húmicas, especialmente na fração humina.

Na fração lábil o maior teor C foi encontrado em Latossolo Vermelho-Amarelo, sendo que está fração contribui com 85,7 % do carbono orgânico total deste solo.

Nas frações solúveis das substancias húmicas os maiores teores de C nos ácidos húmicos e fúlvicos foram encontrados em Argissolo Vermelho-Amarelo em Mossoró-RN, sob rochas cálcarias. A maioria dos solos apresentaram razão C-FAH/FAF é inferior a 1 indicando menor intensidade do processo de humificação, condensação e síntese, conferida à intensa mineralização dos resíduos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. J. A; ARAÚJO, M. A; NASCIMENTO, S. S. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.

ARAUJO FILHO, J.C., RIBEIRO, M.R.; BURGOS, N.; MARQUES, F.A. **Solos da Caatinga**. In: CURI, N.; KER, J.C.; NOVAIS, R.F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C.E. Pedologia solos dos biomas brasileiros. 1ª Ed. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p. 227-260.

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., Eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo. **Ecosistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.9-26.

BERNOUX, M.; CARVALHO, M.C.S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C. Brazil's soil carbon stocks. *Soil Science Society of America Journal*, v. 66, p. 888-96, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Divisão de Pesquisa Pedológica. Convênio de Mapeamento de Solos MA/DNPEA–SUDENE/DRN. **Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Norte**. Recife, 1971, 531p. (Boletim Técnico, 21).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Divisão de Pesquisa Pedológica. Convênio de Mapeamento de Solos MA/DNPEA–SUDENE/DRN. **Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Pernambuco**. Recife, 1973a, v.2. 354p. (Boletim Técnico, 26).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Divisão de Pesquisa Pedológica. Convênio de Mapeamento de Solos MA/DNPEA–SUDENE/DRN. **Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará**. Recife, 1973b, 301p. (Boletim Técnico, 28).

CANELLAS, L.P.; BALDOTTO, M.ALTOÉ.; BUSATO, J.G.; MARCIANO, C. R.; MENEZES, S.C.; SILVA, N.M.; RUMJANEK, V.M.; VELLOSO, A.C.X.; SIMÕES M.; MARTIN-NETO, L.; Estoque e qualidade da matéria orgânica de um solo cultivado com cana-de-açúcar por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 2, 2007.

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, n. 1, p. 147-157, 2009

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico em um Latossolo Roxo Distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, p.527- 538, 1998.

CONCEIÇÃO, P.; CARNEIRO A.; TELMO J.; 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**, v.29, n.5, p. 777-788, 2005.

CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais). **Geologia e recursos minerais do estado do Rio Grande do Norte** - escala 1:500.000. Organizador: Luiz Alberto de Aquino Angelim – Recife/PE. Serviço Geológico do Brasil. 2007.

CPRM. Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte 2010. Rio de Janeiro: Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Geodiversidade_RN.pdf>. Acesso em: 16 de agosto de 2016.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G. & VIANA, J. H. M. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

DORAN, J.W. & ZEISS, M.R. Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, v. 15, p. 3-11, 2000.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análises de solo. 2ed. Brasília, DF: **Embrapa comunicação para Transferência de Tecnologia**, 2011. 230p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Anais da 5ª Reunião de Classificação, Correlação e Aplicação de Levantamentos de Solos**. Recife: Embrapa Solos/ Embrapa Semiárido/SBCS; 1998.

FONTANA, A.; PEREIRA, M.G.; BERNINI, T.A.; ANJOS, L.H.C.; WADT, P.G.S.; SANTOS, L.L. Compartimentos da Matéria Orgânica de Solos sob Floresta no Estado do Acre. **Revista Floresta Ambiente**, v. 24, p. 2-8, 2017.

FONTANA, A.; PEREIRA, M.G.; LOSS, A.; CUNHA, T.J.F.; SALTON, J.C. Atributos de fertilidade e frações húmicas de um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 847-853, 2006.

FRACETTO, F.J.C.; FRACETTO, G.G.M.; CERRI, C.C. FEIGL, B.J.; SIQUEIRA NETO, M. Estoques de carbono e nitrogênio no solo cultivado com mamona na Caatinga. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v.36, n.5, p. 1545-1552, 2012.

GOMES, I.R. **Agricultura e urbanização: novas dinâmicas territoriais no nordeste brasileiro**. Universidade Estadual do Ceará – UECE, Fortaleza, CE, UECE, 2007. 200 p. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia).

GRINHUT, T.; HADAR, Y.; CHEN, Y. Degradation and transformation of humic substances by saprotrophic fungi: processes and mechanisms. **Fungal Biology Reviews**, v.21, p.179-189, 2007.

INOVAGEO (2017). **Geologia e Meio Ambiente. Portal tudo do RN**. Disponível em: <http://tudodorn.blogspot.com.br/2014/11/solos-do-rn.html>. Acesso em 27/02/2017. (Enviado e Editado por Vítor Peixoto).

INOVAGEO, 2017. **Mapa das principais classes de solo do Rio Grande do Norte**. Disponível em: <<http://www.inovageo.eco.br/publicacoes/lista>>. Acesso em: 24/09/2017.

ISLAM, K.R. & WEIL, R.R. Soil quality indicator properties in mid-atlantic soils as influenced by conservation management. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 55, p. 69-78, 2000.

JACOMINE, P.K.T.; ARAÚJO FILHO, J.C.; DANTAS, J.A.; SOUZA JÚNIOR, V.S.; MARTINS, C.M.; ERNESTO SOBRINHO, F.; FREITAS, D.F. **Guia de Excursão Pedológica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. Proceedings. Natal: CBCS, 2015. p. 1 - 52. Disponível em: <http://docplayer.com.br/4737691-Xxxv-congresso-brasileiro-de-ciencia-do-solo-guia-de-excursao-pedologica.html>. Acesso: 29/10/2018.

JACOMINE, P.K.T. **Solos sob Caatingas: características e uso agrícola**. IN: ALVAREZ V., V.H., FONTES, L.E.F., FONTES, M.P.F., Ed. O solo nos domínios morfoclimático do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 1996. p. 95-111.

LEPSCH, I. F. **19 Lições de Pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456 p.

MAIA, R. P. **Geomorfologia e neotectônica no Vale do Rio Apodi-Mossoró (RN)**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, UFRN, Natal, RN, 2012. 218p. (Tese de Doutorado em Geodinâmica e Geofísica).

MARINHO A.C.C.S.; JC PORTELA, J.C.; SILVA, E.F.; DIAS, N.S.; SOUSA JÚNIOR, F.S.; SILVA, A.C.; SILVA, J. F. Organic matter and physicochemical attributes of a cambisol under different agricultural uses in a semi-arid region of Brazil. **Australian Journal Crop Science**, v. 10, n.1, p. 32-41, 2016.

MARTINS, C.M. **Atributos de solos e sua relação com o processo de desertificação no Semiárido de Pernambuco**. Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife, PE, UFRPE, 2009. 94 p. (Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo).

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GIONGO, V.; PÉREZ-MARIN, A. M. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Brazilian Journal of Biology**, v.72, p.643-653, 2012.

MORELATTO, R.; FABIANOVICZ, R. **Bacia Potiguar**. 2015. ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <http://www.brasil-rounds.gov.br/round_13/portugues_R13/setores.asp>. Acesso em: 21 ago. 2017.

MUNEER, M. & OADES, J.M. The role of Ca-Organic interactions in soil aggregate stability. I. Laboratory studies with ¹⁴C-glucose, CaCO₃ and CaSO₄.2H₂O. **Australian Journal of Soil Research**, v. 27, p. 389-99, 1989a.

MUNEER, M. & OADES, J.M. The role of Ca-Organic interactions in soil aggregate stability. II. Field studies with ¹⁴C-labelled Straw, CaCO₃ and CaSO₄.2H₂O. **Australian Journal of Soil Research**, v. 27, p. 401-409, 1989b.

OLIVEIRA, A.A.S. **Efeito da concentração de fósforo da solução de equilíbrio utilizada para análise do fósforo remanescente em solos da região Nordeste do Brasil**. Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró, RN, UFERSA, 2017. 55p. (Dissertação de Mestrado em Manejo de Solo e Água).

OLIVEIRA, F. H. T. & HOLANDA, J. S. **Fertilidade dos Solos do Nordeste e do Rio Grande do Norte**. Boletim informativo do Núcleo Regional Nordeste da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - vol.1, n. 2, 2017. Cruz das Almas, BA: NRNE/SBCS. 2017.

PFALTZGRAFF, P. A.S.; TORRES, F.S.M. Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte: Programa Geologia do Brasil - **Levantamento da Geodiversidade**. Rio de Janeiro: CPRM, 2010. Disponível em: <rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/16773>. Acesso em: 20 ago. 2017.

PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, v. 7, n. 5, p.2-13, maio 2011. Disponível em: <<https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/342>>. Acesso em: 22 ago. 2017.

SA, I.B. & SILVA, P.C.G. (Editores). Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina: Embrapa Semiárido; 2010.

SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B. Matéria orgânica do solo no bioma Caatinga. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. Fundamentos da Matéria orgânica do solo, ecossistemas tropicais & subtropicais. 2ª Ed. Rev. Atual. Porta Alegre: Metrópole; 2008. p. 419-441.

SAMPAIO, E.V.S.B.; COSTA, T.L. Estoques e Fluxos de Carbono no Semi-Árido Nordestino: Estimativas Preliminares. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, p. 1275-1291, 2011.

SANTOS, H.G. (Org.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 Ed. Rev. Ampl. Brasília: DF, Embrapa, 2013. 353 p.

SANTOS, F.A.S.; PIERANGELI, M.A.P.; SILVA, F.L.; SERAFIM, M.E.; SOUSA, J.B.; OLIVEIRA, E.B. Dinâmica do carbono orgânico de solos sob pastagens em campos de murundus. **Scientia Agraria**, v. 18 n. 2, p. 43-53, 2017.

SANTOS, D.C.; FARIAS, M.O.; LIMA, C.L.R.; KUNDE, R.J.; PILLON, C.N.; FLORES, C.A. Fracionamento químico e físico da matéria orgânica de um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso. **Revista Ciência Rural**, v.43, n.5, p.838-844. 2013.

SANTOS, U.J. **Frações do carbono e indicadores biológicos em solo do semiárido sob diferentes usos e coberturas vegetais**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns, UFRPE, Garanhuns, PE, 2016. 78p. (Dissertação de Mestrado em Produção agrícola).

SHANG, C.; TIESSEN, H. Organic matter lability in tropical Oxisol: evidence from shifting cultivation, chemical oxidation, particle size, density, and magnetic fractionations. **Soil Science**, v. 162, p. 795-807, 1997.

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

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. (Ed.). **Fertilidade do solo. Viçosa**: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 1017.

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

SOUZA, R.O. **Caracterização Etnopedológica em um Cambissolo Eutrófico em diferentes usos agropecuários na Chapada do Apodi**. Universidade Federal do Semi-Árido - UFERSA, Mossoró, RN, UFERSA, 2014. 81 p. (Dissertação em Mestrado em Manejo, Solo e Água).

SWIFT, R.S. Sequestration of carbon by soil. *Soil Science*, v. 166, p. 858-871, 2001.

TAN, K. H. **Humic Matter in Soil and the Environment Principles and Controversies**. New York: Marcel Dekker, Inc., 2003. 398 p.

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**, v. 19, p. 1467-1476, 1988.