



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**

**CAMPUS - II - AREIA - PB**

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**Rafael Luis Silva De Medeiros**

**DIPLOPODAS: AÇÃO NO CARBONO E NA ÁGUA DO SOLO EM  
UMA BIOTOPOSSEQUÊNCIA NO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA**

AREIA

2020

Rafael Luis Silva De Medeiros

**DIPLOPODAS: AÇÃO NO CARBONO E NA ÁGUA DO SOLO EM  
UMA BIOTOPOSSEQUÊNCIA NO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Agronomia do campus II da Universidade Federal da Paraíba como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Raphael Moreira Beirigo.  
Coorientadora: Dra. Thalita Campos Oliveira.

AREIA  
2020

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

M 488d Medeiros, Rafael Luis Silva de.

Diplopodas: ação no carbono e na água do solo em uma biotoposequência no semiárido da Paraíba / Rafael Luis Silva de Medeiros. - Areia:UFPB/CCA, 2020.

37 f. : il.

Orientação: Raphael Moreira Beirigo.

Coorientação: Thalita Campos Oliveira.

TCC (Graduação) - UFPB/Campus II.

1. Terras Secas. 2. Caatinga. 3. Embuá. 4. Matéria orgânica do solo. 5. Retenção de Água. I. Beirigo, Raphael Moreira. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)

Rafael Luis Silva De Medeiros

**DIPLOPODAS: AÇÃO NO CARBONO E NA ÁGUA DO SOLO EM UMA  
BIOTOPOSSEQUÊNCIA NO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de graduação em  
Agronomia do campus II da Universidade  
Federal da Paraíba como requisito para a  
obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo.

Aprovado em: 07/12 /2020.

BANCA EXAMINADORA



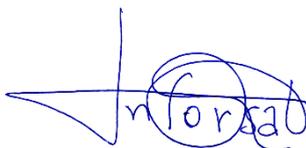
---

Prof.Dr. Raphael Moreira Beirigo  
Orientador  
(DSER/CCA/UFPB)



---

Dra. Thalita Campos Oliveira  
Coorientadora  
(PPGBIO/UFPB)



---

Me. Leonardo Inforsato  
Doutorando em Ciências - Energia Nuclear na Agricultura  
(CENA/USP)



---

Me. Marco Aurélio Barbosa Alves  
Doutorando em Agronomia - Ciência do Solo  
(PPGA-CS/UFRRJ)

"O impossível é apenas uma grande palavra, usada por gente fraca que prefere viver no mundo como está em vez de usar o poder que tem para mudá-lo. Impossível não é um fato, é uma opinião. Impossível não é uma declaração, é um desafio. Impossível é hipotético. Impossível é temporário." (Muhammad Ali)

"É difícil alcançar a perfeição, mas não é difícil aproximar-se dela." (Telê Santana)

*Dedico este trabalho em especial aos meus avôs João Paulino de Medeiros (in memoriam) e Manoel Francisco da Silva (in memoriam) e minhas avós Maria das Dores (in memoriam) e Jecina Delminda pelo exemplo de sinceridade, humildade e perseverança. Ao meu sogro João Antônio de Barros (in memoriam) pelo exemplo de ser bom, humilde e amor com seus filhos e neto. Aos meus pais Ricardo Luis de Medeiros e Rozana Maria Silva de Medeiros que me ensinaram a andar, falar, amar e ter garra para aprender a viver, ler e escrever, e que tanto me apoiaram em todos os momentos da minha vida, pela busca da sabedoria e amor para com a família. Ao meu filho Davi Luis e esposa Julia Dias por toda compreensão, paciência e por me ensinar o verdadeiro sentido da vida. Ao meu irmão Robson Luis Silva de Medeiros, pelo apoio, compreensão, inspiração e amor. Aos seres humanos que tentam fazer um mundo melhor para se viver.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por ter me proporcionado o dom da verdadeira riqueza humana. A vida, a saúde, a sabedoria, as energias, as fortalezas, a humildade, o amor, a coragem, a perseverança, e os trabalhos que foram tantos.

Aos meus pais Ricardo Luis de Medeiros e Rozana M<sup>a</sup> Silva de Medeiros, por todos os ensinamentos, sendo o maior deles o amor incondicional, exemplo e caráter.

Ao meu filho Davi Medeiros e Esposa Julia Dias, por todo o amor, compreensão, paciência, e por aceitarem a minha ausência física em alguns momentos e terem me ensinado o verdadeiro sentido da vida.

Ao meu irmão Robson Medeiros, por toda inspiração, exemplo e amor. Aos meus primos, Alex Eleutério e Saulo Aislan por todos os momentos vividos e compartilhados, sempre levarei vocês em minha mente.

Ao Professor Raphael, por todos os ensinamentos como ser humano, por ter acreditado e confiado em mim desde que me conheceu. Pela oportunidade em desenvolvermos juntos todas as nossas pesquisas. Por acreditar e acompanhar todo o processo de treinamento e ensino aprendizagem sem medir esforços. Gratidão pelo cuidado, paciência, compreensão, pelos carões e conversas inspiradoras. Por me ensinar não somente ciência, mas ética, perseverança e quebra de paradigmas. Por ser primeiramente meu amigo, para depois ser meu orientador. Gratidão por toda a ajuda de sempre. E por me ensinar que o verdadeiro malandro da vida é o cara que faz as coisas corretas.

À Dra. Thalita Campos Oliveira pela coorientação, conselhos, amizade e ajuda ao logo da graduação.

Aos membros da banca Ms. Leonardo Inforsato e Ms. Marco Aurélio Barbosa Alves, por se disporem a colaborar de forma positiva com essa pesquisa, e por toda amizade construída ao longo do curso de graduação.

Aos meus familiares, Tia Aída Silva, Tia Gorete, Tio Júnior Medeiros, Tio Marcos Medeiros, Tio Fernando Medeiros, Tio Paulo Medeiros, Tio Ronaldo Silva, Tia Lourdes Silva, Tia Matita, Tia Fátima, Cida e Júnior. Aos meus primos e primas de

Arara-PB, Joana, Manú, Flavinho, Flaviana, Flavinha, Théo, e todos os primos e primas distantes em especial Junivan, João Neto (Guerreiro), Gaby, Iza, Vinícius e Maynara. Por serem referências de amor, fidelidade e sabedoria. Por acreditarem e torcerem pelos meus voos mais altos.

Ao meu Tio, Gabriel da Silva, pelo companheirismo, inspiração, lições de vida, filosofias, humildade, apoio, ajuda e coragem para conquistar o mundo, principalmente o mundo imaginário.

À UFPB pela infraestrutura, o CNPq e Projetos de Monitoria pela importante contribuição financeira por meio da bolsa de estudos ao longo o curso.

A todos os professores que passaram por minha vida de ensino, que mesmos com salários baixos, nunca deixaram de prática o ensino a todos seu discentes. Em especial aos professores do Fundamental I, Tia Aída e Glória Peres por me ensinarem a escrever e ler, dos professores do Fundamental II, Professora Rosângela por todo carinho e incentivo para que eu fosse estudar em Bananeiras, José, Netto, Marconny Fox, Alder Cleber, Kátia Bonifácio, aos professores do ensino Médio, Rodrigo Ronelli, Edson (Pezão), Rogério, Maria Laurenice, Janílson Trindade, Fábio Dantas, Diogo Fernandes. Aos Professores do Técnico em Agropecuária, Dr. Alex da Silva Barbosa, Álvaro Carlos Gonçalves Neto, Gerson Azeredo, Gilvaneide Azeredo, Helton Bezerra, Alexandre Miná, Marcos Carrera, Alexandre Eduardo, Humberto Vilar, Max Quirino e Jussara Frazão.

Aos professores que foram meus orientadores, Maria José Wanderley, Vênia Camelo de Souza, por todo treinamento no PIBIC-EM; ao querido professor Leonardo Dantas pela orientação e amizade no relatório final do curso técnico em Agropecuária. À minha eterna Professora de Solos Hemmannuella Costa Santos, por me ensinar a amar a ciência do solo, por todos os carões que serviram de aprendizagem, pela orientação no PIBIC, e pela amizade. Ao professor Bruno de Oliveira Dias, pela orientação do PIBIC e por todos os esforços como coordenador do curso de Agronomia. Ao Professor Djail Santos, pela orientação na monitoria, no PIBIC, e pelos ensinamentos em ser justo e correto, e por todos os incentivos para estudar a língua inglesa. Ao Professor Flávio Pereira de Oliveira, pela orientação no estágio supervisionado.

Aos meus grandes amigos (irmãos) da escola para a vida, Tales Emanuel, Matheus Maia (Roma), Marcelo Augusto, Thainá Cândido, Rodrigo Domingos (Bicho do mato), Júlio César, Juanderson Moura (Juju), Leandro Tenório (Zé Pequeno), Paulo Marks, Kaio Souza, Mauricio Cavalcante (Cabeção), Ronaldo Costa (Chefe), Fellipe (Primo), por todas as lembranças e experiências vividas no curso técnico.

Aos amigos da vida José Fidelis, Rodrigo Macedo (Yes), Alan Oliveira (Sorvetinho), Ulisses, Maria Thatiane, Misael Mendes, Fernando Henrique, Marcelo Abreu, Marcio José, Matheus Alves, Felipe Buateiro, William Roque, Andrez, Eduardo (Noninha), Wellington Aragão, Juninho, Pedro Otávio, Madrinha Deta, João Paulo, José, Nildo, Vinicius Senna (Bahia), Raiff, Wellissom (Essinho), Bibinha, Capitão, Evilásio (Vilas Lanches), Tonelada e Lucas Villar por toda ajuda e momentos compartilhados.

À RPPN - Fazenda Almas pelo espaço cedido para a realização da pesquisa e alojamento.

À equipe do NEXUS Caatinga pelo apoio técnico-científico, financeiro e logístico.

Ao grupo de pesquisa em Gênese e Serviços Ecosistêmicos do Solo (GSES), Beatriz Medeiros, Kaio Henrique, Safira Yara, Bruno Soares, Paolla Leite, Regiane Farias, Diogo Danilo, Henrique (Drone), Victor Brandão e Francisco Edson.

Aos meus amigos da turma de Agronomia 2015.2, em especial Adailton Bernardo (Brother Fia), Thiago Pereira, Juanderson Moura, Lucas Azevedo (Latino), Abraão Targino, Guilherme, Sílvio Júnior, Cássio Levi, Rosângela Letícia (Naninha), Rodrigo, Eduardo Marinho, Eduardo Medeiros, Nohanna, Seu José, Ramon, Marcio, Lilian, Barbara, Geane, Erika, Izabelly e Talita, por toda perseverança e paciência durante esses 5 anos de convívio diário.

Aos meus compadres José Luiz (Zequinha), Lidiane e Josenilda, pela confiança e ajuda de sempre com o Davi.

À minha amiga Júlia Medeiros, pela hospedagem em Fortaleza-CE, pelas conversas, pela inspiração e apoio aos estudos em ciência do solo.

À turma de Ciências Agrárias 2014.1 pela convivência e amizade construída, em especial Leonardo Silva (Gonzaga), José Alfredo, Cavalcanti Júnior (Gaiatim),

Marcelo Augusto, Iris Rafaela, Erika Maria, Aline Maria, Milena Cruz, Cid Eduardo, Nerianne Lima, Natalí Cruz, Gilson Ludgerio, Amanda Dantas, Marsílio Secundo, Marcilene (Pimentinha), Evandra Justino, Tayná Medeiros, Renan, Josicleydison, Gastone Expedito.

À toda a Equipe do Pesque e Pague Restaurante Jardim pelo apoio e convivência desde 2014, em especial a Dona Carminha (*in memoriam*), Seu Nequinho, Elisângela, Doquinha, Diana, Alcimar, Júnior, Gustavo, Seu Marinésio, Graça, André (Lodeu), Sandra, Adriano, Vânia, Erasmo, Thatiane e Emily. A toda a equipe de garçom e buffet que trabalhei nestes anos, pelos trabalhos, amizades e dificuldades enfrentadas, em especial Rafael Ramon, Carlinhos, Neto, Dona Verinha, Erivaldo Justino (Vaqueiro), Dionuzya, Dioluzya, Alcimar, Thiago (Palhaço), Eduardo e Moisés. Aos amigos Felipe Nascimento, Anderson Kiss, Flávio e Carlos Eduardo (Tio Biú), pela força e ajuda. Aos meus vizinhos Sarita, Gerson, Inácio, Charlene, Socorro, Gó, dona Silva (*in memoriam*), Glória, Juscelino, Dona Silva, Liette (*in memoriam*) e Dona Lourdes, pela amizade e as Moreninhas (Tias) Maria, Joana e Rita pela amizade, ajuda e apoio.

MUITO OBRIGADO À TODOS, VOCÊS CONTRIBUÍRAM COM MINHA FORMAÇÃO PROFISSIONAL E HUMANA!

## RESUMO

As regiões denominadas como terras secas estão presentes em quase todos os continentes da Terra, essas regiões apresentam longos períodos secos e baixa disponibilidade de recursos hídricos. No Brasil, a Caatinga é a região de clima semiárido que apresenta alta diversidade biológica e de solos. Apresenta períodos curtos onde ocorre abundância de água e alta atividade biológica, e períodos longos em que a água é o principal fator limitante, porém, a fauna e flora dessa região é adaptada ao clima. A vegetação é a principal fonte de matéria orgânica para o solo. Os organismos presentes no solo são responsáveis por transformar a matéria orgânica do solo, conseqüentemente, tem influência direta em vários ciclos biogeoquímicos e serviços ecossistêmicos do solo. Os embuás, também conhecidos como gongolos ou piolhos de cobra, artrópode da classe *Diplopoda*, são abundantes no período úmido na Caatinga, sendo sua presença bastante perceptível neste período. Porém, a ação destes organismos na dinâmica da matéria orgânica do solo na Caatinga ainda é pouco conhecida. Nesta pesquisa, estudamos a ação do embuás como fator formação organismo na dinâmica do carbono e da água nos solos e nos serviços ecossistêmicos do solo de uma biotopossequência composta por afloramento rochoso no topo, Neossolo Litólico Eutrófico no ombro, Neossolo Regolítico Eutrófico no terço médio e Neossolo Regolítico Psamítico no terço inferior na Reserva Particular do Patrimônio Natural fazenda Almas no Cariri paraibano. A partir de observações de campo e experimentos em laboratório, avaliamos a produção de excrementos por indivíduos de embuás da ordem *Spirobolida* a partir do consumo de material vegetal do horizonte O dos solos das quatro posições da biotopossequência. Foram analisados os atributos físicos e químicos dos excrementos como densidade, capacidade máxima de retenção de água, teores de matéria orgânica e os nutrientes presentes no material vegetal de cada posição. A produção de excrementos foi de 10,0 mg/dia no topo; 32,7 mg/dia, no ombro; 39,6 mg/dia, no terço médio e 36,0 mg/dia no terço inferior. Os teores de Matéria Orgânica foram 912,3 g/kg no topo; 779,0g/kg no ombro; 762,4g/kg no terço médio e 823,7 g/kg no terço inferior. A densidade dos excrementos foi de 266 kg/m<sup>3</sup> no topo; 276 kg/m<sup>3</sup> no ombro; 300 kg/m<sup>3</sup> no terço médio e de 273 kg/m<sup>3</sup> no terço inferior. Enquanto a capacidade de retenção máxima dos excrementos foi de 3,93 g/g no topo; 4,92g/g no ombro; 4,55g/g no terço médio e 3,70 g/g no terço inferior. Os maiores valores de nitrogênio, magnésio, ferro, manganês e zinco, na serrapilheira foram na posição de ombro, justamente porque nesta posição recebe o aporte do topo, sendo a posição que mais aporta nutrientes e água. Os maiores valores de densidade e capacidade de retenção máxima são dos excrementos produzidos a partir do consumo da serapilheira do horizonte O no ombro e do terço médio. Nessas posições ocorre vegetação tipo Savana-Estépica Florestada “Floresta Seca” e estão mais próximas da borda do afloramento rochoso. Esses excrementos têm capacidade de retenção máxima de até 5 litros de água/kg. A ação dos embuás na matéria orgânica do solo tem influência direta na dinâmica de água, no solo e nos serviços ecossistêmicos ligados ao ciclo do carbono e da água na Caatinga.

**Palavras-Chave:** Terras Secas. Caatinga. Embuás. Matéria orgânica do solo. Retenção de água.

## ABSTRACT

The regions called dry lands are present in almost all the continents on Earth, these regions have long dry periods and low availability of water resources. In Brazil, the Caatinga it is a region with a semi-arid climate that presents high biological and soil diversity. It has short periods where there is abundance of water and high biological activity, and long periods when water is the main limiting factor, however, the fauna and flora of this region it is adapted to the climate. Vegetation, it is the main source of organic matter for the soil. The organisms present in the soil are responsible for transforming the organic matter of the soil, consequently, it has a direct influence on several biogeochemical cycles and ecosystem services of the soil. Embuás, also known as gongolos or snake lice, arthropods of the Diplopoda class, are abundant in the humid period in the Caatinga, and their presence it is quite noticeable during this period. However, the action of these organisms on the dynamics of soil organic matter in the Caatinga it is still poorly known. In this research, we studied the action of embuás as an organism formation factor in the dynamics of carbon and water in soils and in soil ecosystem services of a biotopequence composed of rocky outcrops at the top, eutrophic eutrorthent in the shoulder, Eutrophic regosols in the middle third and Psamiticregosols in the lower third in the Private Reserve of Natural Heritage Fazenda Almas in Cariri, Paraíba Based on field observations and laboratory experiments, we evaluated the production of excrement by individuals of *Spirobolda* embuás from the consumption of plant material from horizon O of the soils of the four positions of the biotopequence. The physical and chemical attributes of the excreta were analyzed, such as density, maximum water retention capacity, organic matter contents and nutrients present in the plant material of each position. The droppings production was 10.0 mg/day at the top; 32.7mg/day, on the shoulder; 39.6 mg/day in the middle third and 36.0 mg/day in the lower third. Organic matter contents were 912.3 g/kg at the top; 779.0 g/kg on the shoulder; 762.4g/kg in the middle third and 823.7 g/kg in the lower third. The excrement density was 266kg/m<sup>3</sup> at the top; 276kg/m<sup>3</sup> on the shoulder; 300kg/m<sup>3</sup> in the middle third and 273 kg/m<sup>3</sup> in the lower third. While the maximum retention capacity of excreta was 3.93 g/g at the top; 4.92 g/g on the shoulder; 4.55 g/g in the middle third and 3.70 g/g in the lower third. The highest values of nitrogen, magnesium, iron, manganese, and zinc in the litter were in the shoulder position, precisely because in this position it receives the contribution from the top, being the position that most provides nutrients and water. The highest values of density and maximum retention capacity are of the excrements produced from the consumption of the litter of horizon O on the shoulder and the middle third. In these positions there is vegetation type Savannah-Estépica Forested "Dry forest" and are closer to the edge of the rocky outcrop. These droppings have a maximum holding capacity of up to 5 liters of water/kg. The action of embuás on soil organic matter has a direct influence on water dynamics, soil and ecosystem services linked to the carbon and water cycle in the Caatinga.

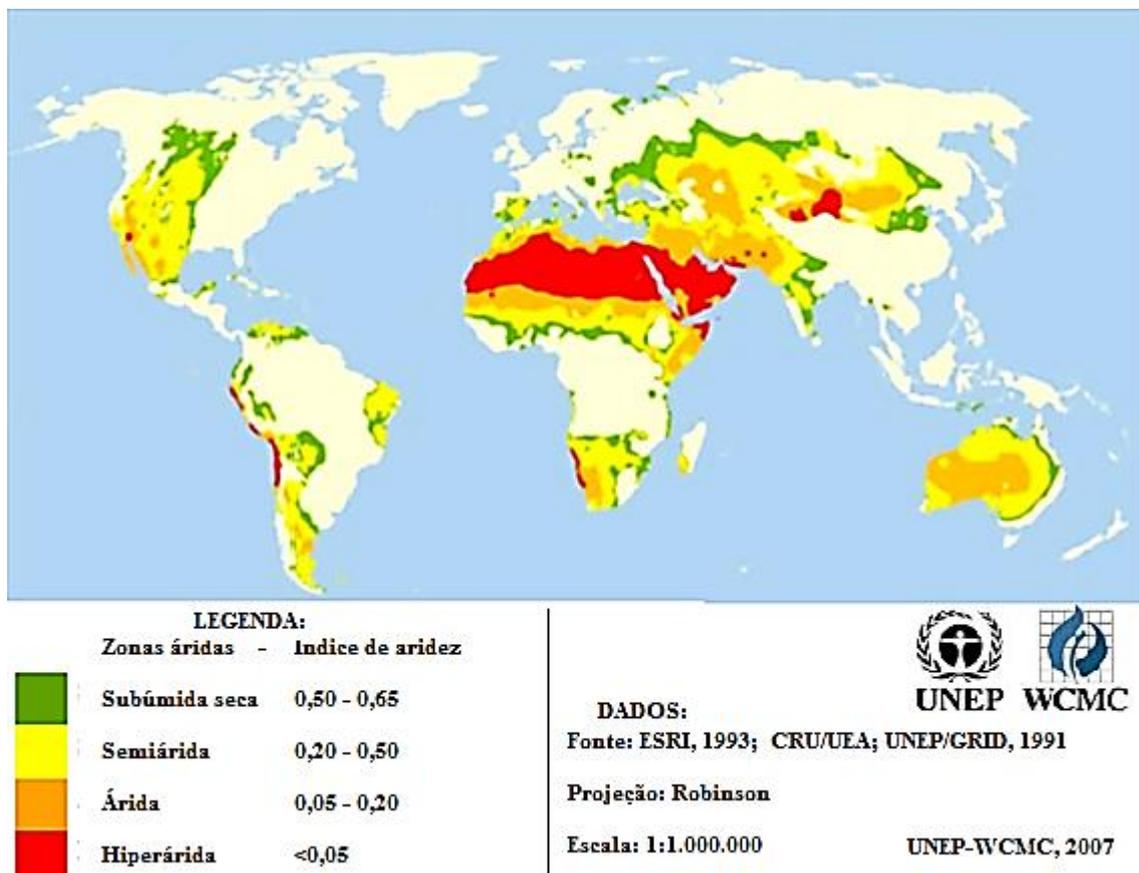
**Keywords:** Dry lands. Caatinga. Embuás. Soil organic matter. Water retention.

## Sumário

1. Introdução .....	12
2. Objetivos .....	17
2.1. Geral .....	17
2.2. Específicos.....	17
3. Procedimentos metodológicos .....	17
3.1. Caracterização da área de estudo.....	17
3.2. Experimentos.....	22
<b>3.2.1. Experimento I Avaliação do consumo e produção de excrementos.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2.2. Experimento II - Caracterização química e física dos excrementos.....</b>	<b>22</b>
3.3. Análises .....	25
<b>3.3.1. Análises químicas.....</b>	<b>25</b>
<b>3.3.2. Análises físicas.....</b>	<b>25</b>
<b>3.3.3. Análises estatísticas .....</b>	<b>26</b>
4. Resultados e Discussão.....	26
5. Conclusões .....	31
6. Referências.....	32

## 1. Introdução

As Terras Secas (TS) estão presentes em quase todo globo terrestre, sendo conhecidas pela alta taxa de evapotranspiração, baixa precipitação e déficit hídrico, essas regiões têm flora e fauna adaptadas ao clima. As TS englobam 41% da superfície do planeta Terra (REYNOLDS et al., 2007), sendo que nestes locais habitam mais de 2,5 bilhões de pessoas (MIDDLETON et al., 2011). O clima dessas regiões são hiperáridos, áridos, semiáridos e subúmidos secos. Segundo a *United Nations Convention to Combat Desertification* (UNCCD), as TS são classificadas com base no índice de aridez, sendo a razão da média anual da precipitação pela da evapotranspiração potencial (SORENSEN, 2009) (Figura 1).



**Figura 1.** Distribuição das terras secas no mundo de acordo com a classificação da UNCCD. (Adaptado de SORENSEN, 2009).

A escassez de água nessas regiões limita a produção agropecuária, a evolução pedogenética, ciclo do carbono e outros serviços ecossistêmicos. Além do fator climático, a agricultura nas TS é dificultada por diversos fatores convergentes, entre eles a pobreza, desemprego, governança fraca, falta de políticas públicas sobre

conservação de solo, corrupção, baixo investimento público e a degradação dos ecossistemas (REED & STRINGER, 2016). A degradação ambiental ocorre geralmente pelo mau uso da terra, adoção de práticas agrícolas convencionais inapropriadas ao clima, falta de manejo do solo e da água adequado para a região e práticas conservacionistas.

As TS apresentam alta adaptação e resiliência, em que no período chuvoso a flora e fauna se multiplicam de forma bastante rápida, mudando as características e a paisagem, pela mudança na quantidade de precipitação, que passa de déficit hídrico para chuvas torrenciais em curto período de tempo cerca de três meses dependendo da região.

No Brasil, a Caatinga representa a TS mais relevante do país com uma área de aproximadamente de 100 milhões de hectares, representando 20% do território nacional e uma população de mais de 20 milhões de habitantes (IBGE, 2004). Sendo a região de semiárido mais populosa do planeta.

A Caatinga é um ecossistema do bioma savana conhecida por sua vegetação adaptada ao clima semiárido, onde a vegetação perde suas folhas nos períodos secos e apresenta na sua maioria vegetação xerófila, como ocorrência de cactáceas com metabolismo ácido das crassuláceas (CAM). As plantas CAM têm a capacidade de abrirem os estômatos à noite e fechá-los durante o dia, reduzindo a perda excessiva de água e CO<sub>2</sub>.

A precipitação média anual na Caatinga por ser uma TS é menor do que outras regiões do país, varia entre 400-800 mm, apresentando elevada variabilidade temporal e espacial, as temperaturas são elevadas e a evapotranspiração potencial é alta, como consequência ocorre o déficit hídrico na maior parte do ano (MENEZES et al., 2012). O município de Cabaceiras-PB possui a menor taxa de precipitação média anual em torno de 250 mm anuais, sendo um dos mais baixos índices pluviométricos do Brasil (MOREIRA, 1988).

Em um pedossistema, sistema aberto que tem como característica a troca e recebimento de energia e matéria continuamente, sendo auto-organizado em uma combinação própria (VEZZANI, 2001; KÄMPF & CURI, 2012 e PATUCCI et al., 2017), o relevo é o principal fator que controla a maioria dos fluxos de entrada e saída de matéria e energia.

Nesses ambientes de pedossistema a maioria dos relevos com topografia plana a suave ondulada favorecem os fluxos verticais da água. Com exceção de áreas em que na posição do topo ocorrem afloramentos rochosos e, ou, Neossolos Litólicos predominam os fluxos horizontais devido à baixa permeabilidade da rocha que ocorrem na superfície ou próximo desta, semelhante aos afloramentos rochosos da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fazenda Almas. Por outro lado, o relevo com topografia ondulada a montanhosa predominam os fluxos horizontais, principalmente os de superfície, intensificando os processos erosivos, tendo como consequência a formação de solos mais rasos (SILVA, 2018).

Com relação aos solos da Caatinga ocorrem classes de solos muito evoluídos como os Latossolos e Argissolos associados a uma pedogênese pretérita sob clima úmido, classes de solos pouco evoluídos como os Neossolos Litólicos e Regolíticos, e com evolução moderada como os Luvisolos, Vertissolos e Planossolos (JACOMINE, 1996; ARAÚJO FILHO et al., 2017).

A região semiárida da Paraíba apresenta alta diversidade e variabilidade de classes de solos, com ocorrência de Neossolos Litólicos, Luvisolos Crômicos, Argissolos Vermelhos, Vertissolos, Planossolos Nátricos e Háplicos, Neossolos Regolíticos, Cambissolos Háplicos, Neossolos Flúvicos e até Latossolos e Plintossolos Pétricos (BRASIL, 1972). Esta diversidade tem como principais causas a variabilidade dos fatores de formação, material de origem e relevo (NUNES et al., 2016).

A geologia do Cariri Paraibano é constituída por rochas do embasamento cristalino do Pré-Cambriano, as quais apresentam em sua maioria rochas ígneas e metamórficas, ocorrendo leuco e biotita-granitos (com baixo teor de silício), granitos (alto teor de silício), granodioritos, ortognaisses e migmatitos, gnaisses, metagrauvacas, metavulcânicas, metavulcanoclásticas (SANTOS et al., 2002; SILVA, 2018).

A maioria destes materiais de origem limitam a pedogênese por serem mais resistentes ao intemperismo. Considerando o déficit hídrico na maior parte do ano, o intemperismo físico se sobressai em relação ao químico que é dependente da disponibilidade de água, causando apenas a fragmentação da rocha em partículas menores (BRADY; WEIL, 2017).

No Cariri paraibano os principais tipos de solos são Neossolos Litólicos, Luvisolos Crômicos, Planossolos Hápicos, Vertissolos e Neossolos Regolíticos. Estes solos têm características de solos rasos a pouco profundos, pedregosos, eutróficos, com baixo teor de matéria orgânica e de nitrogênio total (BRASIL, 1972; PARAÍBA, 1978; MEDEIROS, 2018).

Os Neossolos Litólicos são a principal classe de solo nessa região e apresentam textura arenosa e baixa aptidão para agricultura convencional. Porém, em locais próximos a borda de afloramentos rochosos podem apresentar vegetação de porte maior e com maior retenção de água. Os Luvisolos que também são comuns na região, são importantes por apresentar horizonte Bt e apresentam mudança textural abrupta, fazendo com que os horizontes subsuperficiais percam menos água para o ambiente, sendo uma característica importante no clima semiárido (BRASIL, 1972).

Nos afloramentos rochosos, o substrato é quem dá suporte a vegetação e outros organismos como a macrofauna, entretanto são considerados somente como rochas, sedimentos ou solos, pois ainda não foram classificados com enfoque nos processos pedogenéticos que ocorrem nessas áreas.

Quando consideramos o substrato dos afloramentos rochosos como solo, a caracterização dos atributos físicos, químicos e biológicos, assim como a correlação destes com os serviços ecossistêmicos, principalmente os relacionados ao ciclo da água, do carbono (estoques) e do nitrogênio (fixação), são de fundamental importância para a compreensão desse ecossistema.

Os afloramentos rochosos são ambientes extremamente adversos, onde as temperaturas geralmente são elevadas e a umidade é baixa, como consequência delimitam a eficiência a distribuição das espécies da fauna e flora especializada, o que também leva a um elevado grau de endemismo (POREMBSKI & BARTHLOTT, 1997; POREMBSKI & BARTHLOTT, 2000).

Os organismos presentes nos afloramentos rochosos são conhecidos com espécies-chave, se considerado uma escala de ecossistema, isto ocorre pois exercem um papel fundamental na ecologia que se estende para além da sua área (HUNTER, 2017).

A maioria dos materiais e produtos químicos produzidos nestes locais são transportados pelos fluxos laterais para solos subjacentes pela água da chuva ou carregados pelo vento, enriquecendo e favorecendo a vegetação presente na borda

dos afloramentos rochosos (GORANSSON et al., 2014). Deste modo, altera a distribuição e estrutura da vegetação, e conseqüentemente os organismos, como a macrofauna, em relação às outras posições da paisagem (ALVES, 2019).

A abundância de organismos da macrofauna, como os embuás (*Diplopoda*) nos afloramentos rochosos e nos Neossolos Litólicos, são importantes, pois eles produzem uma grande quantidade de excrementos que atuam na manutenção da MOS.

Os excrementos dos embuás são leves, deste modo, são transportados pelos fluxos laterais de água e vento. O relevo ondulado favorece o transporte dos excrementos para as partes mais baixas da paisagem. Os embuás são importantes para a ciclagem de nutrientes do solo, na fragmentação e transformação da matéria orgânica (ANILKUMAR et al., 2012).

Os embuás transformam diversos tipos de material vegetal, dentre eles folhas, galhos e até troncos de árvores em excrementos, influenciando propriedades físicas e químicas importantes do solo, diminuindo na relação carbono/nitrogênio (C/N) para a posterior decomposição dos materiais vegetais (THAKUR et al., 2011; KARTHIGEYAN; ALAGESAN, 2011; ANILKUMAR et al., 2012).

Além disso, os excrementos têm alta capacidade de retenção de água (ANTUNES et al., 2018), sendo uma característica importante para o ambiente semiárido, no qual a água recurso natural limitante aos processos biogeoquímicos nesta região.

A deposição dos excrementos do embuás sobre o solo contribui de forma direta na retenção de água aumentando a quantidade de água disponível gerando benefícios para a estruturação do solo e favorecendo o desenvolvimento radicular (ARAÚJO et al., 2004; FRANCHINI et al., 2009). Associado a menor intensidade de revolvimento, quando comparado com outros seres, pois os embuás só revolvem o solo para a deposição de ovos, na fase adulta revolvendo cerca de 10 cm de solo. Desta forma, a conservação dos organismos e a matéria orgânica são importantes para a manutenção do ecossistema, pois atuam como condicionadores do solo.

A importância da matéria orgânica em relação a retenção de água no solo depende da textura do solo. Em solos de textura arenosa, a retenção de água é mais sensível à quantidade de matéria orgânica do que quando comparado a solos mais argilosos, que possuem textura mais fina (SILVA & MENDONÇA, 2007).

A mudança nos teores de carbono orgânico na retenção de água do solo depende dos componentes texturais, além da quantidade de carbono orgânico presente no solo. Outrora, vale ressaltar que em solos com baixos teores de carbono, a adição deste conduz ao aumento da retenção de água no solo, principalmente em solos de textura arenosa. Se o solo possui alto teor de carbono, a adição de carbono aumentará a retenção de água no solo, independente da textura (RAWLS et al., 2003), geralmente é o que ocorre.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Geral**

Avaliar a ação do fator de formação organismo (*Diplopoda*) na dinâmica do carbono e da água em uma biotopossequência localizada na RPPN Fazenda Almas no Cariri paraibano.

### **2.2. Específicos**

- ✓ Quantificar a produção de excrementos pelos embuás;
- ✓ Identificar e interpretar a ciclagem de nutrientes, transformação da matéria orgânica e dinâmica da água e C;
- ✓ Quantificar os macros e micros nutrientes do horizonte O das quatro posições da biotopossequência;
- ✓ Avaliar a capacidade de retenção de água dos excrementos, densidade, e capacidade de retenção máxima;

## **3. Procedimentos metodológicos**

### **3.1. Caracterização da área de estudo**

O trabalho foi realizado na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), fazenda Almas, localizada nos municípios de Sumé e São José dos Cordeiros, microrregião do Cariri Ocidental da Paraíba, entre as coordenadas geográficas 7°28'45"Latitude Sul e 36°54'18" Longitude Oeste (Figura 3).

A formação geológica é composta por rochas do embasamento cristalino do Pré-Cambriano, com predomínio de granitos e gnaisses (SANTOS et al., 2002). O relevo é ondulado e forte ondulado com ocorrência de serras. A altitude varia entre 580 e 740 m. O Cariri Ocidental é a microrregião mais seca do Brasil, com clima do tipo BSh - semiárido quente segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual em torno de 553 mm com chuvas concentradas nos meses de fevereiro, março e abril e temperatura média mínima de 20,6 °C (julho) e máxima de 24,4 °C (janeiro) (ALVARES et al., 2013).

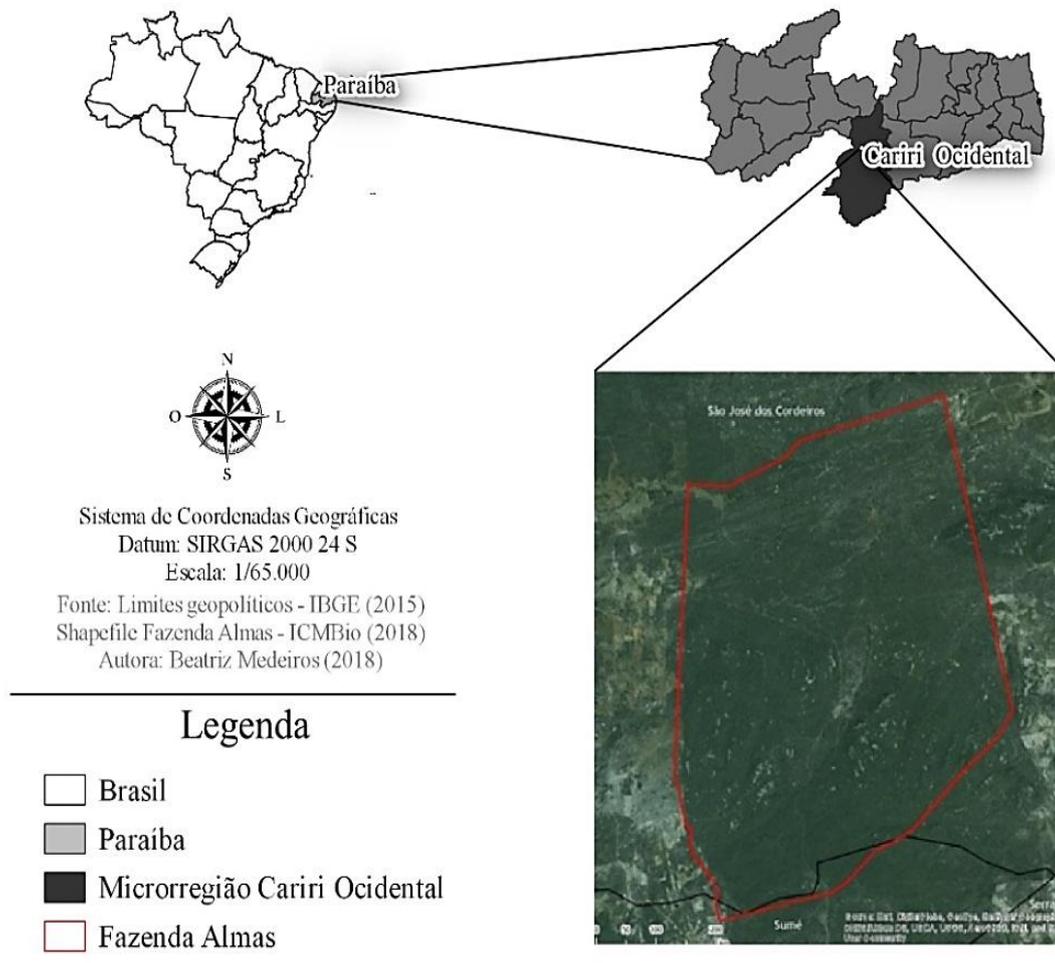
As principais classes de solos da RPPN fazenda almas são Neossolos Regolíticos, Neossolos Litólicos, Luvisolos Crômicos associados a afloramentos rochosos e Planossolos Háplicos (PMFA, 2015). O regime hídrico e térmico dos Neossolos é arídico e hipertérmico (SILVA, 2018).

Os três principais tipos de vegetação presente na biotopossequência são Savana-Estépica Florestada com vegetação florestal associada às matas ciliares nas drenagens e as bordas dos afloramentos rochosos; no terço médio e terço inferior a vegetação é menor sendo encontrada a Savana-Estépica Arborizada vegetação arbórea/arbustiva é a Savana-Estépica gramíneo-lenhosa, respectivamente, já nos afloramentos rochosos predominam as cactáceas e bromélias (Figura 2) (IBGE, 2012).

Os solos componentes da biotopossequência são o topo composto por afloramento rochoso (AR), ombro onde é encontrado o Neossolo Litólico Eutrófico fragmentário (RLe), no terço médio o Neossolo Regolítico Eutrófico léptico (RRe) e no terço inferior (sopé) é composto por Neossolo Regolítico Psamítico típico (RRq) (Quadro1).



**Figura 2:** Área da biotopossequência, topo composto por AR e vegetação composta por cactáceas e bromélias, ombro composto por RLe com Savana-Estépica Florestada, terço médio com RRe com Savana-Estépica Arborizada vegetação arbórea/arbustiva e terço inferior RRq com Savana-Estépica gramíneo-lenhosa.



**Figura 3:** Mapa do Brasil, estado da Paraíba, microrregião do Cariri Ocidental e RPPN fazenda Almas.

**Quadro1.** Atributos químicos de Neossolos, em uma biotopossequência de Neossolos no Cariri paraibano (SILVA, 2018; ALVES, 2019).

CS	H	Prof.	pH	P	N	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB	H+Al	CTC	V	COT	EC
		cm		mg kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>					%	g kg <sup>-1</sup>	mg ha <sup>-1</sup>		
RLe	A	0-16	6,5	25,53	2,03	0,44	0,06	9,75	2,79	13,04	1,6	14,64	89	36,89	75,5
	Cr	16-48	6,4	22,54	0,56	0,28	0,06	7,39	2,17	9,90	1,23	11,13	89	15,93	74,7
RRe	A	0-10	6,5	20,72	2,03	0,24	0,04	9,54	2,4	12,22	1,39	13,61	90	28,50	39,9
	C1	0-55	6,2	18,16	0,63	0,26	0,11	5,2	1,32	6,89	1,92	8,81	78	10,73	73,4
	Cr	55-110	6,2	13,98	0,42	0,19	0,18	4,96	1,26	6,59	0,96	7,55	87	9,89	74,4
RRq	A	0-18	6,4	17,04	1,19	0,29	0,04	9,11	2,02	11,46	1,69	13,15	87	30,86	73,9
	C1	18-80	6,2	16,62	0,35	0,25	0,07	3,97	0,78	5,07	0,56	5,63	90	9,39	90,8
	C2	80-130	6,5	12,59	0,14	0,16	0,11	3,29	0,71	4,27	0,6	4,87	88	7,04	54,6

CS = classe de solo; RLe = Neossolo Litólico Eutrófico fragmentário; RRe = Neossolo Regolítico Eutrófico léptico; RRq = Neossolo Regolítico Psamítico típico; H= horizonte; Prof.= profundidade; SB = Soma de Bases; CTC = capacidade de troca de cátions; COT = carbono orgânico total; EC = estoque de carbono.

## 3.2. Experimentos

### 3.2.1. Experimento I Avaliação do consumo e produção de excrementos

Para a avaliação do consumo e produção de excrementos foi realizado um experimento com 1 indivíduo de embuá (Figura 4), com 3 repetições para cada posição, os quais foram colocados em um recipiente de plástico de volume de 500ml e adicionado 20g de material vegetal do horizonte O de cada uma das quatro posições da biotopossequência, sendo elas topo (AR), ombro (RLe), terço médio (RRe) e terço inferior (RRq). Após 24 e 72 horas os excrementos foram separados do restante do material vegetal e ambos os materiais foram secos a 65 C<sup>o</sup> em estufa de circulação de ar por 72 horas e pesados.



**Figura 4:** Indivíduo de embuá da ordem *Spirobolida*.

### 3.2.2. Experimento II - Caracterização química e física dos excrementos

Para a avaliação das características químicas e física dos excrementos foi realizado um experimento utilizando indivíduos de embuá e amostras da serapilheira

coletada no horizonte O (serapilheira). Foram coletados aproximadamente 200 embuás (Figura 5) da ordem *Spirobolida* em três trajetos de 100 m cada ao longo da biotopossequência em abril de 2019.

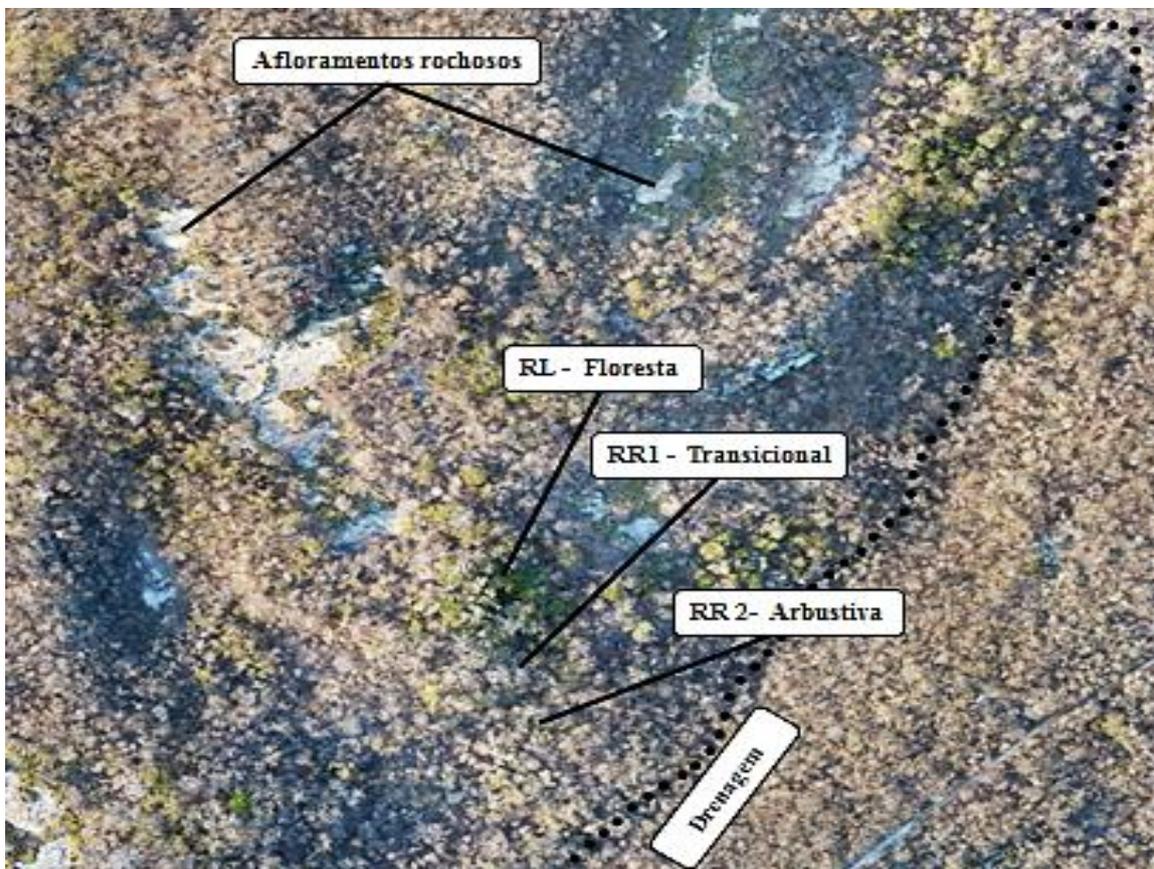


**Figura 5:** Indivíduos de embuás da ordem *Spirobolida*, que foram coletados na biotopossequência na RPPN fazenda Almas.

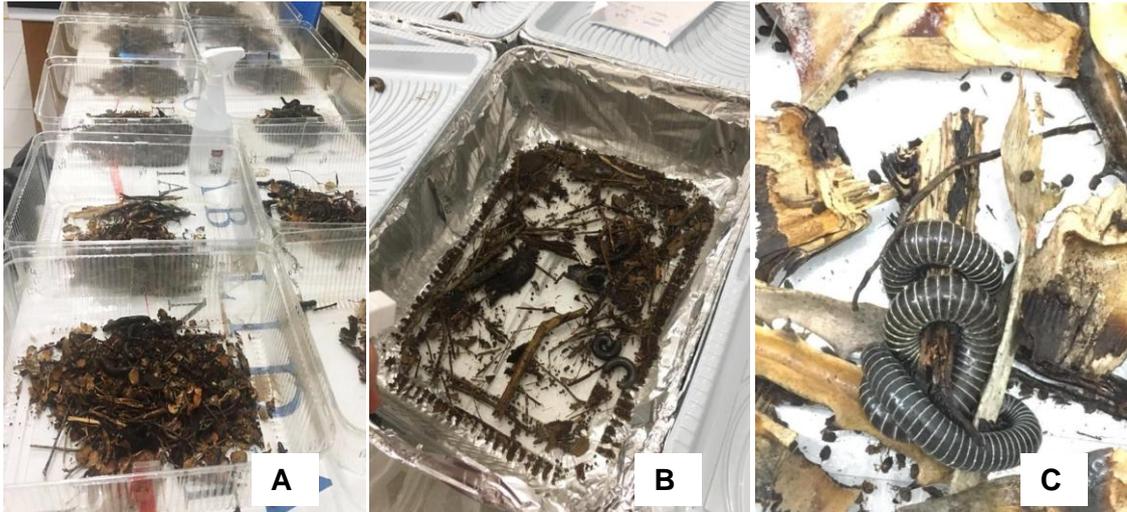
As amostras do horizonte O das quatro posições da biotopossequência foram coletadas por Alves (2019):

- Topo: afloramento rochoso (AR) - bromélia macambira *Encholirium spectabile* Mart. ExSchult. &Schult.f.;
- Ombro: Neossolo Litólico Eutrófico fragmentário (RLe) - Savana-Estépica Florestada;
- Terço médio: Neossolo Regolítico Eutrófico léptico (RRe) transição Savana-Estépica Florestada para Savana-Estépica Arborizada;
- Terço inferior (sopé): Neossolo Regolítico Psamítico típico (RRq) - Savana-Estépica Arborizada.

As amostras do horizonte O de 0 a 5 cm foram coletadas em 25 pontos georreferenciados com  $623,7 \text{ cm}^2$  ( $21,0 \times 29,7 \text{ cm}$ ) de área amostrada em cada ponto em cada posição da paisagem (Figura 6) em um total de 75 amostras. As amostras de material vegetal do horizonte O de cada posição da biotopossequência foram colocadas em unidades experimentais (UEs) feitas em caixas plásticas de  $42 \times 34 \times 42 \text{ cm}$  (C x L x A) formando uma camada de 10 cm em 4 repetições. Em cada UEs foram colocados 10 indivíduos de embuás com 4 repetições (Figura 7). Os tratamentos foram em esquema fatorial de  $10 \times 4 \times 4$ , onde os indivíduos foram mantidos por 3 meses no escuro e a umidade relativa do ar a 70%. A quantidade de indivíduos mortos durante o período de avaliação do experimento foi computada.



**Figura 6:** Imagem aérea da área de estudo com os afloramentos rochosos, vegetação e canal de drenagem da biotopossequência.



**Figura 7:** **A:** Experimento com 10 indivíduos de embuá com 4 repetições de 4 posições da biosssequência; **B:** Indivíduos em recipientes protegidos da luz; **C:** Indivíduos se alimentando de material vegetal.

### 3.3. Análises

#### 3.3.1. Análises químicas

A matéria orgânica (MO) foi determinada pelo método da mufla e os teores de carbono orgânico (Corg), sendo feita pela razão MO/fator de conversão para Corg (1,724). As análises químicas dos materiais vegetais do horizonte O de cada posição foram realizadas de acordo com Pansu e Gualtherou (2006), onde foram determinados os teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn).

#### 3.3.2. Análises físicas

O teor de água gravimétrica foi determinado por meio da razão entre a massa de solo úmido sobre a massa do solo seco (TOPP, 2002). A capacidade máxima de retenção de água pelos excrementos foi medida por termogravimetria onde as amostras foram saturadas com água deionizada por 24 horas e colocadas para secar a 105°C por 24 horas.

As umidades foram determinadas pela secagem das amostras a 105 °C por 1, 6e 24 horas, e a determinação do potencial por psicometria em um psicrômetro modelo WP4 marca METER Group® com precisão de -100 a - 300000 kPa para cada tratamento.

A densidade dos excrementos foi determinada pelo método da proveta volumétrica. As análises foram realizadas de acordo com os métodos descritos em Teixeira et al. (2017).

### 3.3.3. Análises estatísticas

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 repetições. As análises estatísticas foram feitas pelo método de Tukey (t) no Microsoft Excel<sup>®</sup>.

## 4. Resultados e Discussão

A produção média de excrementos após 24 horas de consumo do material vegetal foi de 53 mg, e após 72 horas a média aumentou para 88 mg. O P1(AR) aumentou a produção de excrementos de 3mg para 10mg/dia após as 72 horas, assim como o P2 (RLe) que aumentou de 14mg para 33mg/dia. Porém, o P3 (RRe) e P4 (RRq) tiveram uma diminuição de 93mg para 39 mg e de 102 mg para 36mg/dia, respectivamente.

As maiores taxas de produção diária foram a partir do consumo do material vegetal P3 transição Savana-Estépica Florestada para Savana-Estépica Arborizada (RRe) e do P4 Savana-Estépica Arborizada (RRq). A produção média dos excrementos variou de 3 a 102 mg/dia em 24 horas, e de 30 a 118 mg/dia em 72 horas. Isto pode ser explicado pela adaptação dos embuás ao ambiente. Após 72 horas de experimento, os embuás passaram a produzir um pouco mais de excrementos quando comparado com a produção de excrementos de 24 horas (Tabela 1).

Os valores da retenção de água (RA) foram maiores nas posições P2 (RLe) e P3 (RRe), pois a diversidade de material vegetal presente no horizonte O foi maior quando comparado às posições P1 (AR) e P4 (RRq)., além de serem mais ricos quimicamente com maiores valores de nitrogênio, ferro, zinco e manganês. Este resultado é relevante, pois permite inferir sobre a influência das características do material vegetal consumido diante das características dos excrementos. Além da retenção de água, os excrementos vão disponibilizar nutrientes e como consequência ocorre o crescimento radicular e disponibilidade de água e nutrientes para as plantas (FERMINO, 2003).

**Tabela 1:** Produção de excrementos pelos embuás (*Diplopoda*) em 24 e 72 horas após fornecimento de material vegetal dos horizontes O nos quatro solos da biotopossequência.

Produção de Excrementos		
Tratamentos	24 Horas	72 Horas
	mg	
P1 (AR)	3,0	30,0
P2 (RLe)	14,0	98,0
P3 (RRe)	93,0	118,0
P4 (RRq)	102,0	108,0

Os excrementos que apresentaram os maiores valores de RA são considerados de melhor qualidade favorecendo o crescimento do sistema radicular das plantas e melhorando a absorção de água, o que é primordial na área do experimento.

A densidade no P2 (RLe) e P3 (RRe) também foram maiores valores comparadas com as outras posições, isto também pode ser explicado pela maior diversidade e maiores valores de nutrientes no material vegetal presente no horizonte O nessas duas posições, que favorece a produção de excrementos com matéria orgânica mais condensada (Tabela 2).

Resultados estes semelhantes aos de Bugniet al. (2019), onde trabalhando com embuás que foram alimentados com restos de poda, a densidade também variou entre os tratamentos da gongocompostagem. Comprovando assim que diante do material vegetal fornecido aos embuás, a densidade dos excrementos pode variar, pois cada material vegetal tem sua característica e composição únicos.

**Tabela 2:** Capacidade máxima de retenção de água, potencial de água e densidade dos excrementos dos embuás (*Diplopoda*).

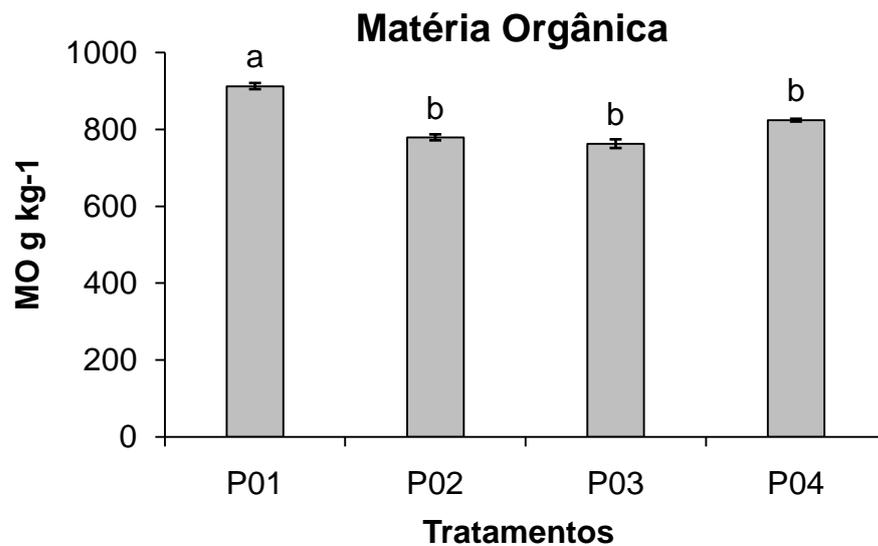
Amostras	RA	De
	g/g	kg/m <sup>3</sup>
P1 (AR)	3,93	266
P2 (RLe)	4,92	276
P3 (RRe)	4,55	300
P4 (RRq)	3,70	273

RA =Retenção de água. De= densidade.

Os valores de matéria orgânica observados no P1 (AR) foram maiores, isto pode ser explicado pelo fato que nessa posição da paisagem, o material vegetal fornecido

para a produção de excrementos foi a partir da Bromeliácea (*Encholirium spectabile* Mart), sendo um material mais lábil de fácil consumo para os embuás, além dessa espécie ser adaptada, por conseguir realizar todo seu ciclo sobre afloramentos rochosos, existe interações com artrópodes, animais e até com os embuás, fazendo com que esta espécie seja rica em carbono. Esta planta apresenta características ímpares quando comparada com outras que habitam a mesma região (JORGE, 2015; JORGE et al., 2018; JORGE, 2019). As posições P2 (RLe), P3 (RRe) e P4 (RRq) tiveram menores teores de matéria orgânica, porém a matéria orgânica das posições P2 (RLe) e P3 (RRe) é de melhor qualidade pelo fato de ser mais condensada, além do material vegetal fornecido aos embuás serem mais ricos em nutrientes, como nitrogênio, ferro, manganês e zinco. Porém estatisticamente não houve diferença significativa entre os tratamentos, mas vale observar as diferenças dos valores que em ambientes como da Caatinga, podem fazer a diferença entre qual local é melhor para a sobrevivência dos embuás.

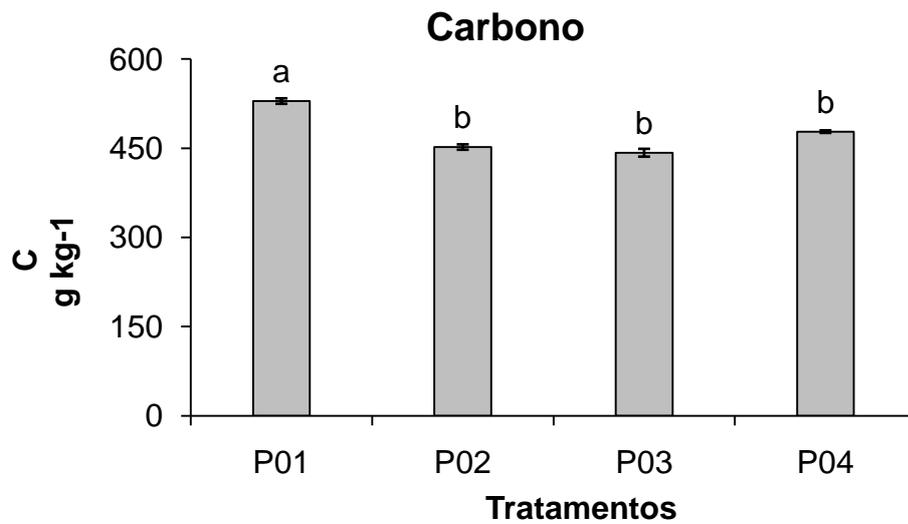
A quantidade de matéria orgânica encontrada nos excrementos dos embuás na Caatinga foi maior quando se comparado aos resultados de Chagas, Costa & Teixeira (2003) que trabalharam com fornecimento de material vegetal e animal para minhocas vermelha da Califórnia (*Eisenia foetida*), em condições totalmente diferente, pois eles estão na Amazônia e tem abundância de alimento e água. Eles encontraram valores em torno de 630 g kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica no húmus, já os excrementos produzidos pelos embuás tiveram uma média de 819,36 g kg<sup>-1</sup>, tendo o P1 (AR) o valor de 912,30 g kg<sup>-1</sup>. Assim, os embuás exercem importante papel nos serviços ecossistêmicos, pois sua atividade gera grande quantidade de matéria orgânica, além de serem essenciais na decomposição de materiais lábeis e recalcitrantes, sendo importante para o ciclo do carbono e da água na Caatinga. Além disso, os embuás tem a capacidade de mobilizar os nutrientes presos na serrapilheira e enriquecer o solo com nitrogênio, carbono, cálcio, magnésio e fósforo em situações de microcosmos (SMIT; VANAARDE, 2001; ANTUNES, 2017).



**Gráfico 1:** Teores de matéria orgânica dos excrementos dos embuás (*Diplopoda*).

Os valores de carbono foram maiores na posição do P1 (AR), isto pode ser explicado pelo mesmo fato que nesta posição o material vegetal fornecido aos embuás foi mais lábil, além de ser rico em nutrientes dentre eles o carbono.

Quando comparamos com os nossos resultados com de Bugniet al. (2019) que trabalhou com substrato vegetal de grama, oiti, amendoeira, Albizia, Cássia e farelo de mamona fornecidos aos embuás, onde o maior valor de carbono encontrado foi no tratamento composto por 40% grama + 30% Amendoeira e 30% de Cassia, tendo um valor de 426,10 g kg<sup>-1</sup>, resultado este abaixo do encontrado utilizando os materiais vegetais presentes na biotopossequência. Todos os tratamentos dessa pesquisa tiveram valores maiores de 450 g kg<sup>-1</sup>, sendo o P1 (AR) com valores maiores 529,18 g kg<sup>-1</sup>, pois o material vegetal fornecido foi da Bromeliácea (*Encholirium spectabile* Mart), sendo um alimento de fácil consumo pois é mais lábil.



**Gráfico 2:** Teores de carbono orgânico dos excrementos dos embuás (*Diplopoda*).

De acordo com os resultados da análise do material vegetal do horizonte O de cada posição da biotopossequência (Tabela 3), na posição de ombro (RLe) os valores de nitrogênio, ferro, manganês, zinco foram mais elevados do que nas demais posições. Nesta posição, a vegetação recebe um grande aporte de nutrientes provenientes dos afloramentos rochosos, os quais grande parte fica retidos, por isto a vegetação é de maior porte mesmo o solo sendo mais raso.

**Tabela 3.** Resultados da análise do material vegetal do horizonte O de cada posição da biotopossequência.

Solos	N	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/kg						mg/kg				
AR	2,58	1,70	N/D	4,12	0,92	0,30	6,50	2,00	109,10	45,40	20,70
RLe	10,70	1,60	N/D	29,16	1,44	0,66	15,60	2,00	543,00	79,20	37,00
RRe	7,42	1,80	N/D	30,11	0,99	0,69	14,40	3,70	218,70	45,50	22,30
RRq	7,95	1,68	N/D	29,55	1,06	0,54	17,60	3,80	148,30	62,60	29,40

AR = Afloramento Rochoso; RLe = Neossolo Litólico Eutrófico fragmentário; RRe = Neossolo Regolítico Eutrófico léptico; RRq = Neossolo Regolítico Psamítico típico. N/D = Não identificado.

Os valores de fósforo, magnésio, enxofre, não se diferenciaram entre os tratamentos (Tabela 3). Os valores de cálcio e boro foram maiores nas posições P2 (RLe), P3 (RRe) e P4 (RRq), pois recebem todo o aporte vindo das posições mais elevadas.

Este resultado também pode explicar a grande quantidade de embuás encontrados nesta posição, sendo esses importante para a ciclagem de nutrientes no solo em algumas regiões semiáridas (COSTANETO, 2007), visto que não há presença de minhocas na área estudada.

Segundo Dangerfield e Milner (1996), os indivíduos da classe *Diplopoda* são responsáveis pela redistribuição da matéria orgânica e pela ciclagem de nutrientes, principalmente a liberação de nitrogênio (N) no solo. Outro fator que explica a presença maior de embuás na posição ombro (RRe) (ALVES, 2019), foi descrito por Loranger et al. (2008) que observou a alta preferência alimentar dos indivíduos por serrapilheira rica em nitrogênio (N). Os embuás eles enriquecem a matéria orgânica do solo pelo fato da elevada capacidade de consumo de serrapilheira associada a presença de uma elevada atividade microbiana em suas fezes. Quando a serrapilheira passa pelo sistema digestivo, este material é triturado, o que aumenta a sua superfície específica, umedecendo e enriquecendo com microrganismos (CORRERIA; AQUINO, 2005; ANTUNES, 2017). Além disso, os embuás chegam a metabolizar até 0,3 a 7% do material ingerido e ao excretar a atividade microbiana continua em seus excrementos (BYZOV et al., 1996; ANTUNES, 2017).

## 5. Conclusões

Os organismos embuás (*Diplopoda*) presente na biotosequência no Cariri paraibano influenciam de forma direta na formação da paisagem, pois os seus excrementos produzidos têm uma grande quantidade de matéria orgânica e uma boa retenção de água, favorecendo assim uma melhor absorção de nutrientes e água pelas plantas.

A grande quantidade de embuás presentes na área favorece que o solo tenha uma melhor qualidade em termos de matéria orgânica, carbono e retenção de água. Além de terem importância na mineralização e humificação da matéria orgânica, favorecendo a decomposição do material vegetal e enriquecendo a matéria orgânica. Os excrementos dos embuás são essenciais para a vegetação da Caatinga, pois em períodos de estiagem eles fornecem nutrientes e para o desenvolvimento da vegetação.

## 6. Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Brazil, v. 22, n. 1, p. 711-728, jun. 2013.

ALVES, M. A. B. **Variabilidade espaço-sazonal de atributos químicos, físicos e biológicos em topossequência no cariri paraibano**. 2019. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência do Solo, Universidade Federal da Paraíba, Areia/PB, 2019.

ANILKUMAR, C.; IPE, C.; BINDU, C.; CHITRA, C. R.; MATHEW, P. J.; KRISHNAN, P. N. Evaluation of millicompost versus vermicompost. **Current Science**, v. 2, n. 103, p. 140-143, jul. 2012.

ANTUNES, L. F. S.; SCORIZA, R. N.; FRANÇA, E. M.; SILVA, D. G.; CORREIA, M. E. F.; LEAL, M. A. A.; ROUWS, J. R. C.. Desempenho agrônômico da alface crespa a partir de mudas produzidas com gongocomposto. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Seropédica/RJ, v. 8, n. 3, p. 57-65, set. 2018.

ANTUNES, Luiz Fernando de Sousa. **Produção de Gongocompostos e sua Utilização como Substrato para Mudas de Alface**. 2017. 86 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

ARAÚJO FILHO, José Coelho de; RIBEIRO, Mateus Rosas; BURGOS, Nivaldo; MARQUES, Flávio Adriano. V- SOLOS DA CAATINGA. In: CURI, Nilton; KER, João Carlos; NOVAIS, Roberto Ferreira; VIDAL-TORRADO, Pablo; SCHAEFER, Carlos Ernesto G. R. **Pedologia - Solos dos Biomas Brasileiros**. Viçosa/MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. Cap. 5, p. 227/260.

ARAÚJO FILHO, R.N.; FREIRE, M. B. G. S.; WILCOX, Bradford Paul; WEST, Jason Brossard; FREIRE, Fernando José; MARQUES, Flávio Adriano. Recovery of carbon stocks in deforested caatinga dry forest soils requires at least 60 years. **Forest Ecology And Management**, v. 407, n. 1, p. 210-220, jan. 2018.

ARAÚJO, M. A. TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 28, p. 337-345, 2004.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA BRASIL. **Levantamento Exploratório e de Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba**: Convênio MA/CONTA/USAID/BRASIL. Rio de Janeiro/RJ: Boletins DPFS-EPE-MA, 1972. 15 p.

BUGNI, Nathalia Oliveira Cruz; ANTUNES, Luiz Fernando de Sousa; GUERRA, José Guilherme Marinho; CORREIA, Maria Elizabeth Fernandes. GONGOCOMPOSTO: SUBSTRATO ORGÂNICO PROVENIENTE DE RESÍDUOS DE PODA PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Seropédica – RJ, v. 9, n. 3, p. 68-77, set. 2019.

BYZOV, B.A.; CLAUS, H.; TRETYAKOVA, E.B.; ZVYAGINTSEV, D.G.; FILIP, Z. Effects of soil invertebrates on the survival of some genetically engineered bacteria in leaf litter and soil. **Biology and Fertility of Soils** 23: 221-228. 1996.

CHAGAS, Paulo Sérgio Melo das; COSTA, Carlos Augusto Cordeiro; TEIXEIRA, Leopoldo Brito. Composição Química de Húmus de Minhoca vermelha da Califórnia (*Eisenia foetida*). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 1, n. 34, p. 84-97, jun. 2003.

CORREIA, M. E. F.; AQUINO, A.D. Os Diplópodes e suas associações com microrganismos na ciclagem de nutrientes. Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, 2005. 41 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 199).

COSTA NETO, ERALDO M. The perception of diplopoda (Arthropoda, Myriapoda) by the inhabitants of the county of PedraBranca, Santa Teresinha, Bahia, Brazil. **Acta Biol. Colomb**, Santa Teresinha, v. 12, n. 2, p. 123-134, maio 2007.

DANGERFIELD, J. M.; MILNER, A. E. Millipede Fecal Pellet Production in Selected Natural and Managed Habitats of Southern Africa: implications for litter dynamics. **Biotropica**, v. 28, n. 1, p. 113-120, mar. 1996. JSTOR. <http://dx.doi.org/10.2307/2388776>.

FERMINO, Maria Helena. **Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas**. 2003. 104 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; SACOMAN, A.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. **Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca**. Documentos, Embrapa Soja, Londrina, 2009.

GÖRANSSON, Hans; EDWARDS, Peter J.; PERREIJN, Kristel; SMITTENBERG, Rienk H.; VENTERINK, Harry Olde. Rocks create nitrogen hotspots and N: p heterogeneity by funnelling rain. **Biogeochemistry**, v. 121, n. 2, p. 329-338, 5 set. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10533-014-0031-x>.

HUNTER, M. L.; ACUÑA, V.; BAUER, D.; BELL, Kathleen P. Conserving small natural features with large ecological roles: an introduction and definition. **Biol. Conserv.**, v. 1, n. 1, p. 88-95, jun. 2017. DOI: 10.1016/j.biocon.2016.12.020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Primeira aproximação**. 2012. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>. Acesso em: 26 nov. 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Primeira aproximação**. 2004. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>. Acesso em: 15 set. 2020.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob Caatingas: características e uso agrícola. In: ALVAREZ, V. V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa/MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p. 930.

JORGE, J. S. **Herpetofauna associada à bromélia rupícola, *Encholirium spectabile*, no semiárido brasileiro: revisão da literatura, ecologia das espécies e comportamento de *Psychosaura agmosticha* (Squamata: Mabuyidae)**. 2015. 125 f. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

JORGE, J. S., SANTOS, R. L., ALMEIDA, E. A. & FREIRE, E. M. X. First record of Hemidactylusagrius (Squamata, Gekkonidae) in thickets of *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae) in the Brazilian semi-arid. **Biota Amazônia**, v. 4, 176–179. 2014 DOI: 10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v4n2p176-179.

JORGE, Jaqueiuto da Silva. **Ecologia comportamental de *Mabuyaagmosticha* (mabuyidae) na bromeliaceae *Encholirium spectabile*: relevância desta associação e da bromélia hospedeira para o semiárido brasileiro**. 2019. 146 f. Tese (Doutorado) - Curso de Psicobiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

KÄMPF, N.; CURI, N. Conceito de solo e sua evolução histórica. In: KER, João Carlos; CURI, Nilton; SCHAEFER, Carlos Ernesto G. R.; VIDAL-TORRADO., Pablo. **Pedologia: fundamentos**. Viçosa/MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. p. 343.

KARTHIGEYAN, M.; ALAGESAN, P. Millipede Composting: A Novel Method for Organic Waste Recycling. **Recent Research in Science And Technology**, v. 9, n. 3, p. 62-67, ago. 2011.

LORANGER-MERCIRIS, Gladys; IMBERT, Daniel; BERNHARD-REVERSAT, France; LAVELLE, Patrick; PONGE, Jean-François. Litter N-content influences soil millipede abundance, species richness and feeding preferences in a semi-evergreen dry forest of Guadeloupe (Lesser Antilles). **Biology and Fertility of Soils**, v. 45, n. 1, p. 93-98, 15 ago. 2008. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00374-008-0321-3>.

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**, São Carlos, v. 72, n. 3, p. 643-653, ago. 2012.

MIDDLETON, Nick; STRINGER, Lindsay; GOUDIE, Andrew; THOMAS, David. **The forgotten billion: MDG achievement in the drylands**. New York: One United Nations Plaza, 2011. 67 p.

MOREIRA, E. R. F. **Mesorregiões e microrregiões da Paraíba: delimitação e caracterização**. João Pessoa: GAPLAN, 1998. 74 p.

NUNES, J. A.; MEDEIROS, B. M.; BEIRIGO, R. M. (2016). Fatores de formação e diversidade de solos no semiárido paraibano. In: **I Congresso internacional da diversidade do semiárido, Campina Grande**. Anais do I Congresso internacional da diversidade do semiárido.

PATUCCI, Natália Nunes; OLIVEIRA FILHO, Luís Carlos Iuñes; OLIVEIRA, Déborah de; BARETTA, Dilmar; BARTZ, Marie Luise Carolina; BRESCOVIT, Antônio Domingos. Inventário de fauna edáfica como instrumento na avaliação de qualidade e biodiversidade de solos urbanos: estudo de caso do parque CienTec. **Boletim Paulista de Geografia**, v. 96, n. 1, p. 66-90, jun. 2017.

PMFA- Plano de Manejo da fazenda Almas. **Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Almas**. Recife, PE, 2015. 87p.

POREMBSKI, STEFAN; BARTHLOTT, WILHELM. **Inselbergs Biotic Diversity of Isolated Rock Outcrops in Tropical and Temperate Regions**. Ecological Studies, 2000.140p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-59773-2>.

POREMBSKI, STEFAN; BARTHLOTT, WILHELM. Seasonal Dynamics of Plant Diversity on Inselbergs in the Ivory Coast (West Africa). **Botanica Acta**, v. 110, n. 6, p. 466-472, dez. 1997. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1438-8677.1997.tb00664.x>.

RAWLS, W. J. et al., Effect of soil organic carbon on soil water retention. **Geoderma**, v. 116, n. 1-2, p. 61-76, 2003.

REED, MARK S.; STRINGER, LINDSAY C.. **Land degradation, desertification and climate change: anticipating, assessing and adapting to future change**. EarthscanFrom Routledge, 2016. 184 p.

REYNOLDS, J. F.; SMITH, D. M. S.; LAMBIN, E. F.; TURNER, B. L.; MORTIMORE, M.; BATTERBURY, S. P. J.; DOWNING, T. E.; DOWLATABADI, H.; FERNANDEZ, R. J.; HERRICK, J. E. Global Desertification: building a science for dryland development. **Science**, v. 316, n. 5826, p. 847-851, 11 maio 2007. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1131634>.

SANTOS, E.J.; FERREIRA, C.A.; SILVA JR., J.M.F. (Org.). **Geologia e recursos minerais do Estado da Paraíba**. Recife: CPRM, 2002, 142p.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS et al., **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.

SILVA, Safira Yara Azevedo Medeiros da. **Regime hídrico e regime térmico de Neossolos do Cariri paraibano**. 2018. 85 f. Dissertação (Mestrado) Curso de Ciência do Solo, Universidade Federal da Paraíba, Areia/PB, 2018.

SMIT, A. M.; VAN AARDE, J. The influence of millipedes on selected soil elements: a microcosm study on three species occurring on coastal sand dunes. **Functional Ecology**, London, v. 15, p. 51-59, 2001.

SORENSEN, L., **A Spatial Analysis Approach to the Global Delineation of Dryland Areas of Relevance to the CBD Programme of Work on Dry and Sub-Humid Lands**.(UNEP WorldConservation Monitoring Centre, 2009).

TEIXEIRA, P. C.;DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 573 p.

THAKUR, Prabhas C.; APURVA, Prem; SINHA, Shailendra. K..Comparative study of characteristics of biocompost produced by millipedes and earthworms. **Advances In Applied Science Research**, v. 3, n. 2, p. 94-98, jun. 2011.

TOPP G.C. WATER CONTENT IN: DANE J. H., (EDS.), **Methods of soil analysis**. Part 4.Physical methods, Madison, Soil Science Society of America. 2002. 688-690pp.

VEZZANI, Fabiane Machado. **Qualidade do sistema solo na produção agrícola**. 2001. 195 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

WEIL, R.; BRADY, N.C.**The Nature and Properties of Soils**.15<sup>th</sup> edition, Pearson Education, 2017. 1104p.

Todas as referências deste trabalho foram feitas a partir do MORE: Mecanismo online para referências, versão 2.0. Florianópolis: UFSC Rexlab, 2013. Disponível em: <http://www.more.ufsc.br/>. Acesso em: 25 de novembro de 2020.