



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

MARCELA DANIELA MOLLERICONA ALFARO

**COMUNIDADES DE NEMATOIDES ASSOCIADAS A USOS
DA TERRA E ATRIBUTOS DO SOLO NA CAATINGA**

**Recife – PE
Julho de 2022**

MARCELA DANIELA MOLLERICONA ALFARO

**COMUNIDADES DE NEMATOIDES ASSOCIADAS A USOS
DA TERRA E ATRIBUTOS DO SOLO NA CAATINGA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola na Área de Concentração em Engenharia de Água e Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola.

ORIENTADORA: Profa. Dra. Elvira Maria Regis Pedrosa

Recife - PE
Julho, 2022

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)
Mollericona, Marcela Daniela
Comunidades de nematoides associadas a usos da terra e atributos do solo na Caatinga /
Mollericona, Marcela Daniela - 2022.
97 f. : il.
Orientadora: Elvira Maria Regis Pedrosa.
Inclui referências.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola, Recife, 2022.
1. Nematoides. 2. Bioindicadores. 3. Qualidade de Solo.

MARCELA DANIELA MOLLERICONA ALFARO

**COMUNIDADES DE NEMATOIDES ASSOCIADAS A USOS DA TERRA E
ATRIBUTOS DO SOLO NA CAATINGA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

DEFENDIDA E APROVADA EM ____/____/____

ORIENTADORA:

Profa. Dra. Elvira Maria Régis Pedrosa
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Mario Monteiro Rolim
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Profa. Dra. Andréa Cristina Baltar Barros
Faculdade Maurício de Nassau - UNINASSAU

Recife - PE
Julho, 2022

AGRADECIMENTOS

Ao meu amado Deus, por estar comigo em todos os momentos e guiar meu caminho;
À Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE (Ruralinda) por ser meu segundo lar;

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola (PGEA), pelo apoio e a oportunidade de cursar o Mestrado e a todos os professores pelos ensinamentos;

À Organização dos Estados Americanos (OEA) e ao Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras (GCUB) pela oportunidade de estudar uma Pós-Graduação no Brasil;

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), pela concessão da bolsa de estudos, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos recursos financeiros;

À minha querida orientadora professora Dra. Elvira Maria Regis Pedrosa pela grande paciência, conselhos, dedicação, confiança, amizade e inspiração, no desenvolvimento desse trabalho, a quem muito respeito e admiro, e agradeço de grande maneira à vida pela oportunidade de tê-la conhecido. Eu tive a melhor Orientadora do mundo!

À banca examinadora, composta pelo professor Dr. Mario Monteiro Rolim e a Dra. Andréa Baltar Barros, pelas contribuições e aceite do convite; além de todas as orientações, valiosa contribuição, paciência, atenção e dedicação;

Ao professor Dr. Abelardo Antônio Assunção Montenegro pelo apoio na pesquisa, oferecendo infraestrutura de apoio e material para o desenvolvimento das análises, além de todo o apoio e grandes ensinamentos;

A Dra. Thais Fernanda da Silva Vicente, pelo total apoio na realização do presente trabalho, orientações, conselhos, paciência e linda amizade;

A todos os professores do curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola que me acompanharam nessa etapa, por todo ensinamento, paciência e atenção: Prof. João Audifax, Edivan Rodrigues de Souza, Abelardo Montenegro, Ênio Farias;

À toda a família do Laboratório de Fitonematologia, professora Lílian Guimarães, Juliana, Marilene, Diego, Safira, Daniel, Vanessa, pelo apoio e companheirismo;

À Estação Parnamirim e os funcionários pelo apoio durante o período de realização da pesquisa;

Aos amigos-irmãos da UFRPE e Pós-graduação de Engenharia Agrícola, Renato, Gabriel, Sirleidi, Randerson, Edson, Monalisa, Francisco, Juliane, Uriel, Martiliana, Lais,

Victor, Ediclecio, Thayná, por todos os maravilhosos momentos em aulas, por toda a amizade e apoio, os sorrisos, companheirismo, estímulos, paciência e lembranças; tive a oportunidade de criar laços que serão para toda a minha vida.

Aos amigos e pessoas que me acompanharam durante todo o tempo: senhora Martha, senhora Irene (minha mãe brasileira) e Gabi, Senhor Ivo, senhora Lucilene e Marina.

Aos amigos em Bolívia que sempre me apoiaram na distância com palavras e bons desejos;

Aos meus pais por todo o amor, carinho e esforços;

Aos meus irmãos pelo apoio e motivação constante;

Finalmente, gostaria de agradecer a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

De todo coração, muito obrigada!

*Gracias a Dios por todas sus
grandes bendiciones*

Alfaro, Marcela Daniela Mollericona. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Julho de 2022. Comunidades de nematoides associadas a usos da terra e atributos do solo na Caatinga. Orientadora: Prof.^a Dr.^a Elvira Maria Régis Pedrosa.

RESUMO GERAL

A conservação da Caatinga é fundamental para manutenção de padrões climáticos, disponibilidade de água potável, qualidade do solo, agricultura e biodiversidade. O objetivo deste estudo foi utilizar as comunidades de nematoides como bioindicadores do efeito do uso e manejo do solo na Caatinga, bem como a relação com os atributos físicos e químicos do solo. Foram estudadas cinco áreas associadas a diferentes usos da terra: mata nativa, pastagem, sem cultivo (arada), eucalipto e mata ciliar (às margens do Rio Brígida) no município de Parnamirim-PE. A coleta das amostras foi realizada em duas épocas (chuvosa e seca), em transectos, na profundidade de 0 a 30 cm. As análises físicas e químicas do solo consistiram em densidade de partículas, densidade do solo, análise granulométrica, umidade do solo, porosidade total, conteúdo de carbono, condutividade elétrica, matéria orgânica e potencial hidrogeniônico. Os nematoides contidos em cada amostra foram enumerados, identificados e classificando de acordo com os grupos tróficos. Posteriormente foram calculados: a abundância total e relativa, índices de maturidade (IM e IM 2-5) e os índices ecológicos: índice de canal, índice basal, índice de enriquecimento e índice de estrutura. Os dados foram submetidos a análise de variância e análise canônica. Quatro taxa *Acrobeles* e *Rhabditidae* (bacteriófagos), *Helicotylenchus* e *Tylenchorhynchus* (parasitos de planta) estiveram presentes nas cinco áreas estudadas em ambos os períodos (seco e chuvoso). Em todas as áreas e períodos, os nematoides parasitos de planta foram dominantes, com destaque para *Tylenchorhynchus*, especialmente no período seco, indicando distúrbios nas áreas estudadas e maior assimilação de recursos decorrente dos canais de bacteriófagos. Embora a disponibilidade de água no solo, devido às estações secas e chuvosas, tenha afetado a estrutura da comunidade de nematoides, o efeito variou com o uso e manejo do solo, com diminuição do grau de distúrbio na mata nativa, mata ciliar e plantio de eucalipto no período chuvoso, devido à condição mais enriquecida e estruturada do solo. A umidade, o pH e a matéria orgânica foram as variáveis do solo que mais influenciaram os nematoides e possivelmente a vegetação. Os resultados corroboram a maior diversidade e maturidade das comunidades de nematoides em ecossistemas mais conservados, como também o alto grau de distúrbio e a fragilidade dos solos da Caatinga, inclusive na mata nativa.

Palavras-chave: Bioindicadores, nematofauna, qualidade de solo, semiárido.

Alfaro, Marcela Daniela Mollericona. Universidade Federal Rural de Pernambuco. July of 2022. Nematode communities associated with different land uses and soil attributes in the Caatinga. Advisor: Prof.^a Dr.^a Elvira Maria Régis Pedrosa.

GENERAL ABSTRACT

The conservation of the Caatinga is essential for maintaining climatic patterns, drinking water availability, soil quality, agriculture, and biodiversity. The objective of this study was to use nematode communities as bioindicators of the effect of land use and management in the Caatinga, as well as the relationship with soil physical and chemical attributes. Five areas associated with different land uses were studied: native forest, pasture, area without cultivation (plough), eucalyptus and riparian forest (on the banks of the River Brígida) in the municipality of Parnamirim-PE, Brazil. Samples were collected in the rainy and dry seasons, in transects, at a depth of 0 to 30 cm. Soil physical and chemical analyzes consisted of particle density, soil density, granulometric analysis, soil moisture, total porosity, carbon content, electrical conductivity, organic matter and hydrogenion potential. Nematodes of each sample were counted, identified, and classified according to trophic groups. Total and relative abundance, maturity indices (IM and IM 2-5) and the ecological indices, channel index, basal index, enrichment index and structure index, were calculated. Data were subjected to analysis of variance and canonical analysis. Four taxa *Acrobeles* and *Rhabditidae* (bacterivorous), *Helicotylenchus* and *Tylenchorhynchus* (plant-parasite) were assigned in the five areas in both rainy and dry seasons. In all areas and periods, plant parasitic nematodes were dominant, stand out *Tylenchorhynchus*, mainly in the dry season, indicating high disturbances in the areas studied and a main resource assimilation through bacteriophage channels. Although the water availability in soil, in response to dry and rainy periods, affected nematode community structure, the effect varied with the use and management of the soil, decreasing degree in disturbance in the native forest, riparian forest and eucalyptus plantations in the rainy season, indicating a more enriched and structured soil condition. Moisture, pH and organic matter were the soil variables that most influenced nematodes and possibly vegetation. The results corroborate the higher diversity and maturity of nematode communities in more conserved ecosystems, as well as the high degree of disturbance fragility of the Caatinga soils, even in the native forest.

Keywords: Bioindicators, nematode community, soil quality, semiarid scrub forest.

SUMÁRIO

Introdução Geral	11
Objetivos	14
Hipótese	14
CAPÍTULO I - Revisão Bibliográfica	16
Referências Bibliográficas	33
CAPÍTULO II – Nematofauna como bioindicador em diferentes usos da terra na caatinga	42
Resumo	42
Abstract	43
Introdução	44
Material e Métodos	46
Resultados e Discussão	50
Conclusões	55
Referências Bibliográficas	56
Tabelas	59
Figuras	69
Anexos	72

1. INTRODUÇÃO GERAL

O solo é um recurso chave para o desenvolvimento, base da segurança alimentar e cumpre um papel fundamental nos ecossistemas e ciclos de nutrientes. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2015), os solos são fundamentais para a vida e seu manejo cuidadoso é essencial na agricultura sustentável, na regulamentação climática, e na salvaguarda dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade, de acordo com o estabelecido na Carta Mundial dos Solos.

A FAO, o Painel Técnico Intergovernamental sobre Solos (FAO-ITPS, 2015) e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (2020) indicam que os solos também desempenham um papel importante no ciclo de carbono, nos ciclos dos nutrientes, no ciclo da água, como habitat para organismos e acervo genético, considerando-se a alta diversidade de taxas microbianos e faunísticos, que sustentam o funcionamento do solo e dos ecossistemas.

Os sistemas do solo são altamente biodiversos e responsáveis por importantes processos ecossistêmicos como a decomposição, o ciclo de nutrientes e o armazenamento de carbono; mas, os aspectos das mudanças climáticas, o enriquecimento de CO₂, a alteração do uso da terra e as mudanças na biodiversidade superficial, têm grande potencial para afetar a biodiversidade do solo (BARRETO; LINDO, 2022). Os organismos do solo atuam como agentes primários para a condução do ciclo dos nutrientes, a regulação da dinâmica da matéria orgânica, o sequestro do carbono e as emissões de gases do efeito estufa, além de contribuir no aumento da quantidade e disponibilidade dos nutrientes para a vegetação (FAO, 2021).

No entanto, a erosão e a degradação dos solos são problemas mundiais, que causam grandes transtornos no Brasil (GUERRA; JORGE, 2021). As atividades humanas e as mudanças afins ao uso da terra são a principal causa da degradação e erosão acelerada do solo e, quase sempre, a grande maioria das terras degradadas tem início com o processo de desmatamento, seguido da ocupação desordenada (BORRELLI et al., 2017).

No Brasil, a maior parte das terras suscetíveis à desertificação encontra-se nas áreas semiáridas e sub úmidas do Nordeste, com cerca de 181.000 km² (20% da região Nordeste), de acordo com o Plano de Combate à Desertificação (PNCD) (ACCIOLY, 2000).

O Brasil, um dos países com maior biodiversidade, possui a Caatinga como um dos biomas mais ameaçados (SILVA; CANDIDO; FREIRE, 2009). Esse bioma, exclusivamente brasileiro, cobre uma área aproximada de 844.453 km² e possui uma grande biodiversidade endêmica (RIBEIRO et al., 2016).

Apesar de sua importância, o bioma Caatinga tem sido desmatado de forma acelerada, com destaque aos últimos anos, devido, principalmente, ao consumo de lenha nativa, que é explorada de forma ilegal e insustentável, para fins domésticos e industriais; o sobre pastoreio e a conversão para pastagens e agricultura também contribuem fortemente para a degradação do bioma (SEYFFARTH; RODRIGUES, 2017). A Caatinga é uma região natural que continua passando por um extenso processo de alteração e deterioração ambiental, o que está levando à rápida perda de espécies, à eliminação de processos ecológicos e à desertificação (LEAL; TABARELLI; DA SILVA, 2005).

O problema maior da Caatinga e sua biodiversidade não corresponde às secas ou às mudanças climáticas, mas sim ao processo de desertificação, que tem degradado os solos, os recursos hídricos e a biodiversidade do bioma, que a torna mais vulnerável a esses fenômenos (SEYFFARTH; RODRIGUES, 2017). Além de práticas insustentáveis de uso da terra, futuras mudanças nos padrões climáticos também têm um forte potencial de causar impactos significativos nos ciclos biogeoquímicos no bioma Caatinga (MENEZES et al 2012).

Apesar de ser considerado um dos principais biomas brasileiros, com potencial para o desenvolvimento da Região Nordeste (GARIGLIO et al. 2010), a Caatinga é a região brasileira mais vulnerável às mudanças climáticas (GANEM, 2017). Entretanto, a diversidade ecossistêmica e as adaptações da vegetação às condições edafoclimáticas do bioma proporcionam vantagens comparativas para a economia regional, com oportunidade de novos negócios agrícolas (GANEM, 2017), em especial no que se relaciona com mecanismos de sustentabilidade (ALVES et al., 2009).

Segundo Neher (2001), o estado atual dos processos ecológicos vitais nos solos e as mudanças nos processos no decorrer do tempo podem ser avaliados mediante indicadores bióticos da saúde ou condição ecológica do solo. O uso de indicadores biológicos como ferramenta para avaliar a qualidade do solo ou o impacto das modificações tem crescido muito no âmbito mundial (BARETTA et al., 2011). O critério para o uso dos indicadores do solo é a sua capacidade de interferir nos processos ecológicos, integrar as propriedades físicas, químicas e biológicas, ser sensível a variações climáticas e de manejo, além de ser facilmente utilizável por especialistas, técnicos e agricultores (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007). Nesse sentido, para estudos do solo existe uma gama diversificada de bioindicadores, em que os nematoides têm se mostrado úteis como indicadores de muitos processos, tanto de contaminação e degradação do ambiente natural (WASILEWSKA, 1994), devido à abundância, diversidade e respostas à toxicidade e distúrbios ambientais (RITZINGER et al., 2010). Contudo, embora exista demanda crescente por bioindicadores e uma rica literatura sobre interações, apenas informações limitadas existem ao nível

de comunidades e pouco se sabe sobre o nível da cadeia alimentar no solo com relação aos invertebrados como bioindicadores de uso do solo (PAOLETTI et al., 1991; PAOLETTI; BRESSAN, 2010).

Diferentes índices foram criados para avaliação das condições ecológicas, baseados em nematoides, um dos grupos de metazoários mais abundantes e ricos em espécies do planeta, onipresentes no ambiente do solo (BONGERS, 1990; BONGERS; BONGERS, 1998; FERRIS; BONGERS; GOEDE, 2001; SCHENK et al., 2020; YEATES et al., 2009). Os nematoides estão presentes em todos os solos e sistemas aquáticos, sejam solos florestais acidificados, solos fortemente poluídos, argila pesada, sedimentos profundos, material vegetal em decomposição, adubo e em qualquer habitat no qual o material orgânico esteja decomposto (BONGERS; FERRIS, 1999; YEATES et al., 2009). Além disso, as espécies podem ter uma alimentação baseada em plantas, fungos, bactérias, até outras que são depredadoras ou onívoras; e podem ter potencial reprodutivo desde oportunistas explosivos até sobreviventes conservadores (BONGERS; FERRIS, 1999).

Na revisão de estudos dos últimos 50 anos sobre o bioma Caatinga, e com o intuito de definir estratégias e ações para a conservação da diversidade biológica, De Albuquerque et al. (2012) concluíram que a lacuna do conhecimento sobre a resiliência desse ecossistema é substancial, e que será necessário investir em estudos que examinem a dinâmica da recuperação de áreas antropogenicamente perturbadas, tanto no histórico do uso do solo quanto no tempo de uso. Consequentemente, novas pesquisas são necessárias para quantificar e qualificar melhor os impactos das secas, da desertificação e das mudanças climáticas na biodiversidade e grupos biológicos chaves do bioma (SEYFFARTH e RODRIGUES, 2017; GANEM, 2017).

A biodiversidade de um ecossistema tem íntima e positiva correlação com a sustentabilidade e com o equilíbrio do ambiente, sendo responsável por manter o equilíbrio e a estabilidade dos ecossistemas (BARETTA et al., 2011). Diferentes trabalhos estudaram os efeitos dos tipos e qualidade do solo nas comunidades de nematoides, concluindo que estes são potenciais bioindicadores (MELAKEBERHAN; BONITO; KRAVCHENKO, 2021; MELAKEBERHAN et al. 2021; RAMOS et al. 2010; RENČO; GÖMÖRYOVÁ; ČEREVKOVÁ, 2020; TOMAZINI; FERRAZ; MONTEIRO, 2008; YIN et al. 2020).

Em estudos na Caatinga, Vicente et al. (2015) indicam que neste bioma seco, a pesquisa sobre a estrutura da comunidade de nematoides do solo e sua distribuição espacial é escassa, mas útil para lidar com o manejo do solo. Assim também, Silva et al. (2020) concluíram que a comunidade de nematoides pode ser usada para avaliar a saúde do solo na Caatinga. Silva et al. (2021) acrescentam que o uso dos nematoides como bioindicadores das perturbações e

mudanças climáticas em florestas tropicais sazonalmente secos, como a Caatinga, ainda são pouco compreendidos.

Estudos realizados Caixeta (2015), Leitão (2015), Vicente et al. (2015), Lima et al. (2017), Batista (2019), Silva et al. (2020, 2021) e Sá et al. (2021) indicaram que as atividades agrícolas afetam negativamente as comunidades de nematoides e que a composição dessas comunidades se relaciona com as propriedades do solo e as variáveis climáticas, tendo finalmente que os nematoides podem se utilizar para avaliação da saúde do solo na Caatinga

O conhecimento do impacto dos diferentes usos da terra ou manejo do solo na Caatinga, nas comunidades de nematoides, é importante para futuras análises e alternativas de manejo, uma vez que os nematoides são sensíveis às mudanças pelas atividades humanas, como agricultura e pecuária, e variações climáticas, nas florestas tropicais secas de forma temporal (SILVA et al. 2020). Um melhor entendimento e o monitoramento dos efeitos do manejo e do uso do solo na biodiversidade será fundamental para o estabelecimento e monitoramento de práticas de manejo mais sustentáveis, principalmente em um bioma tão único e sensível como a Caatinga.

2. OBJETIVOS

1.1. Objetivo geral

- Conhecer e avaliar as relações entre a estrutura, composição, índices ecológicos e atividade metabólica das comunidades de nematoides com atributos físicos e químicos de solos associados a cinco tipos do uso da terra na Caatinga, em duas épocas, na mesorregião do Sertão do estado de Pernambuco.

1.2. Objetivos específicos

- Descrever a composição, diversidade e características da estrutura das comunidades de nematoides em cinco áreas associadas a diferentes usos da terra e duas épocas.
- Analisar a relação das propriedades físicas e químicas de solos com as comunidades de nematoides nos diferentes usos da terra.
- Avaliar as comunidades de nematoides diante índices ecológicos de nematoides nas cinco áreas de estudo.

2.3. Hipóteses

- Mudanças nos usos da terra na Caatinga afetam a abundância e diversidade das comunidades de nematoides do solo quando comparados à Caatinga preservada.
- A composição das comunidades de nematoides será estruturada com base nas propriedades do solo durante as épocas seca ou úmida.
- Os índices ecológicos se mostram eficientes na avaliação da interferência antrópica.

CAPÍTULO I

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. A Caatinga no semiárido Pernambucano

As regiões semiáridas da Terra são aquelas em que o aporte de água pelas precipitações é inferior às perdas por evaporação e transpiração vegetal; assim, o semiárido brasileiro abrange uma área de cerca de 1,0 milhão de km², estendendo-se por nove Estados (ARAUJO FILHO, 2013). Segundo Melo et al. (2019), as condições ambientais do semiárido brasileiro tornam a região muito propícia à degradação dos solos, pelo que qualquer intervenção, como desmatamentos, uso agrícola com manejo inadequado dos solos e da irrigação, pecuária, edificações e construções, pode promover degradações de natureza morfológica, química, física e biológica, muitas vezes irreversíveis.

A região Nordeste ocupa um lugar de destaque na pecuária nacional, tendo que a produção segue o regime de criação é predominantemente extensivo, baseado em condições de sobre pastejo, que agrava o estado de degradação das pastagens, constituindo a vegetação da caatinga a principal e, em muitos casos, a única fonte de alimento para os rebanhos (ARAUJO FILHO, 2013), além que se reflete na conversão de florestas em pastagens e cultivos (ALBUQUERQUE; ANDRADE, 2002b). Entre as cinco regiões brasileiras, destaca-se o Nordeste com a segunda de maior população, da qual 40,2% ocupam o semiárido (RAMALHO, 2013).

A alternância de períodos de seca com outros com chuvas torrenciais, o desmatamento, as queimadas, a mineração, a pecuária extensiva e o aumento da população e das áreas de cultivos na terra seca, entre outras atividades do homem no sertão, contribuem para acentuar o processo de desertificação que tem sido identificado em muitas áreas do semiárido (RAMALHO, 2013).

O domínio da área do bioma Caatinga, vegetação adaptada às condições de aridez ou xerófila, de fisionomia variada, exclusivamente brasileiro, corresponde a 54% da Região Nordeste e a 11% do território brasileiro, constitui o chamado Polígono das Secas e engloba partes do território brasileiro, sendo o principal ecossistema - bioma da região do Nordeste e do país (ALVES, 2007; DRUMOND et al., 2000; KIILL, 2011; SAMPAIO, 2010). Esse bioma está predominante no Semiárido brasileiro, que cobre cerca de 80% de sua área geográfica, o equivalente a 800 mil km² (ARAUJO FILHO, 2013; DRUMOND et al. 2000).

A palavra Caatinga é usada para designar uma grande área geográfica que compreende uma variedade de diferentes tipos de vegetação, e também é usada para designar a região semiárida que ocupa a maior porção da região Nordeste (DE ALBUQUERQUE et. al., 2012). O nome Caatinga (*caa*: mata e *tinga*: branca) significa “mata ou floresta branca” no idioma tupi-guarani (MENDES, 2011; DA CRUZ; BORBA; ABREU, 2005) ou, como Ganem (2017) indica, significa “mata clara e aberta”.

Por outro lado, a Caatinga também se define como um mosaico de arbustos espinhosos e de florestas sazonalmente secas, estando a vegetação arbórea restrita às manchas de solo ricas em nutrientes, com mais de 2.000 espécies de plantas vasculares, peixes, répteis, anfíbios, aves e mamíferos, que se estende por cerca de 735.000 km² (GANEM, 2017; LEAL et al., 2005).

A Caatinga foi reconhecida como uma das 37 grandes regiões naturais do planeta, e de forma mais específica, a conservação da Caatinga é importante para manutenção dos padrões regionais e globais do clima, da disponibilidade de água potável, de solos agricultáveis e de parte importante da biodiversidade do planeta (GIL, 2002).

O Clima BSh (semiárido quente) presente no nordeste brasileiro, caracteriza-se “por escassez de chuvas e grande irregularidade em sua distribuição; baixa nebulosidade; forte insolação; índices elevados de evaporação, e temperaturas médias elevadas (por volta de 27° C) e é característica fundamental que define a biodiversidade do bioma (GANEM, 2017). Segundo Mendes (2011), o clima predominante é o semiárido, que em períodos chuvosos podem chegar a 1.000 mm por ano e nos anos mais secos, apenas 200 mm; a temperatura média anual varia de 25 °C a 30 °C e é mais ou menos constante em toda região.

O sistema de chuvas divide o ano em dois períodos ou estações: uma úmida, com duração de 3-4 meses, quando ocorrem cerca de 80% das precipitações anuais; a outra seca, que se estende pelos meses restantes (ARAUJO FILHO, 2013). Essas médias contrastam evapotranspirações potenciais, em geral, entre 1.500 e 2.000 mm anuais, que conjugadas, caracterizam as deficiências hídricas que definem a semiaridez climática (relação precipitação/evapotranspiração potencial menor 0,65) (SAMPAIO, 2010). Além da estiagem sazonal, o sistema de chuvas é bastante irregular, de ano para ano, e periodicamente a região é submetida a longos períodos de seca (GANEM, 2017).

Cerca de 15 classes de solos recobrem a região do domínio da Caatinga, onde predominam solos do tipo latossolos e argissolos e todos apresentam um problema comum, isto é, estão em fase acelerada de erosão, com a taxa média de 29,7% (SEYFFARTH; RODRIGUES, 2017). Os solos que recobrem semiárido são quimicamente adequados, mas

apresentam, quase sempre, sérias restrições físicas em razão da pouca profundidade, afloramentos rochosos e presença de sedimentos, de baixa permeabilidade, de baixo teor de matéria orgânica, mas relativamente ricos em bases trocáveis (ARAUJO FILHO, 2013).

A savana estépica é a vegetação predominante, sendo reconhecidas 12 tipologias que apresentam variadas e fascinantes adaptações aos habitats semiáridos (SEYFFARTH e RODRIGUES, 2017). A vegetação da Caatinga é composta, principalmente por plantas xerófitas, formada por espécies que desenvolveram mecanismos para sobreviver em ambiente com poucas chuvas e baixa umidade (MAIA et al., 2017). A vegetação é constituída, especialmente, por espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas de pequeno porte, geralmente dotadas de espinhos, caducifólias, perdendo as folhas no início da estação seca (ARAUJO FILHO, 2013). Os remanescentes da cobertura florestal da Caatinga na Região Nordeste adquirem um grau de importância majoritário na ocupação do solo, com participação de cerca de 52% da extensão do Estado com cobertura de florestas, seguido pelo Ceará, com 58%; Paraíba, com 50% e Pernambuco, com 45% (PAUPITZ, 2010).

A atividade pecuária segue o modelo de exploração misto, com cerca de 90% das propriedades criando bovinos, caprinos, abelhas, aves e ovinos (MAIA et al. 2017) e, segundo Drumond et al. (2000), explora de 8 a 13 ha/bovino e de 1 a 1,5 ha/caprino, bem como a formação de pastos, principalmente de capim buffel e gramíneas exóticas.

No Nordeste brasileiro, cerca de 80% da área correspondente à região semiárida é utilizada como pastagem nativa, associada, em muitos casos, à produção agrícola de base familiar (ARAUJO FILHO, 2013). As matas e florestas sofreram uma alteração significativa nos percentuais de participação na ocupação dos solos, em todos os Estados da região do semiárido (PAUPITZ, 2010).

Desta forma, Seyffarth e Rodrigues (2017) reforçam as assertivas de Mendes (2011), indicando que o uso inadequado do solo tem causado sérios danos ambientais e acelerado à desertificação na Caatinga, que no ano de 2005 afetou 15% da região (LEAL et al., 2005), tendo um avanço do desmatamento com uma taxa média de 2.236 km² que chega a 55.5% da área original. Araujo Filho (2013) e Kiill (2013) indicam que cerca de cerca de 4,0 milhões de hectares foram devastados pela ação do homem na caatinga, com cerca de 600 mil hectares anualmente e que em torno de 60 e 70% da vegetação original já foi modificada.

O desmatamento e a erosão provocada por atividades antrópicas alteram as condições favoráveis para a existência da fauna e flora nativas, com a redução da quantidade de água disponível e a degradação das condições físicas e químicas do solo (redução dos nutrientes)

(SEYFFARTH e RODRIGUES, 2017). A exploração agrícola, com práticas de agricultura itinerante (onde consta o desmatamento e a queimada desordenados), tem modificado tanto o estrato herbáceo como o arbustivo-arbóreo (MAIA et al. 2017). Desta forma, o desmatamento tem gerado no bioma Caatinga, processos de desertificação, alterando diretamente a biota, o microclima e o solo, sendo fundamental o desenvolvimento de técnicas de pesquisa capazes de incorporar informações para identificação do estado dos recursos naturais, que apoiem os caminhos para uma intervenção efetiva para gerar recuperação e uso sustentável (SOUZA et al., 2015).

Por outro lado, a Caatinga tem um imenso potencial para a conservação de serviços ambientais, uso sustentável e bioprospecção que, se bem explorado, será decisivo para o desenvolvimento da região e do país; também a biodiversidade da Caatinga ampara diversas atividades econômicas voltadas para fins agrosilvopastoris e industriais, especialmente nos ramos farmacêutico, cosmético, químico e alimentício (SEYFFARTH e RODRIGUES, 2017).

Possui uma proporção expressiva de espécies de plantas endêmicas, das quais vários grupos biológicos permanecem desconhecidos (TABARELLI et al., 2018). Se bem conservada, sempre se adapta às secas e tende a ser um dos biomas mais adaptados às mudanças climáticas no futuro (SEYFFARTH e RODRIGUES, 2017). Numa comparação mundial, a caatinga representa a maior área remanescente de floresta tropical seca, e seu estoque de C é maior do que o da maioria dos países do mundo (SAMPAIO e DA COSTA, 2012). Segundo Drumond et al. (2000), a caatinga possui um grande potencial forrageiro, medicinal, madeireiro e faunístico.

Considerando a diversidade na região, é preciso o incentivo para o desenvolvimento de estudos etnobiológicos na caatinga e em outras florestas secas como forma de se obter parâmetros para o conhecimento das estratégias de manejo e uso dos diferentes recursos (ALBUQUERQUE; ANDRADE, 2002).

De esta maneira, consta a importância da caatinga para o desenvolvimento da região do nordeste brasileiro. Portanto, são necessários estudos que contribuam ao acervo de conhecimentos para um manejo sustentável do recurso solo.

2. Sistemas de uso e manejo do solo no semiárido pernambucano

O manejo do solo é uma prática e/ou conjunto de práticas indispensáveis ao bom desenvolvimento das culturas. Quando o solo é mal manejado, há consequências negativas

sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas, resultando no processo de degradação do solo, podendo chegar à desertificação (MELO et al., 2019; STEFANOSKI et al., 2013).

As mudanças no uso e na cobertura estão associadas a alterações no clima local e regional, no ciclo hidrológico, na degradação das terras e nos estoques de carbono do solo e da vegetação, respondendo pelos efeitos benéficos e negativos que o homem causa ao meio ambiente (ACCIOLY et al., 2017). De modo geral, as alterações ocorridas na ocupação do solo do semiárido se refletem no comportamento da Região Nordeste como um todo (PAUPITZ, 2010).

O uso da terra na porção semiárida da região nordestina está historicamente vinculado à combinação de duas grandes atividades: a pecuária extensiva e a produção de algodão, ambas constituíam a base do sistema de sustentação do modelo de ocupação da terra (PAUPITZ, 2010). Os efeitos das atividades humanas nas caatingas, como a pecuária, o desmatamento; as queimadas para o preparo do solo para a agricultura, substituição de vegetação nativa por pastagens de gramíneas e extração de lenha, deixaram marcas de degradação nos solos; tendo que as extensas áreas degradadas são decorrentes de práticas não compatíveis com as características do ambiente, contribuindo para a transformação em pastagens e cultivos (GANEM, 2017; MENDES, 2011).

Dentre os biomas brasileiros, a Caatinga é o menos conhecido cientificamente, não obstante ser um dos mais ameaçados, devido ao uso inadequado e insustentável dos seus solos e recursos naturais (FRANCA-ROCHA et al., 2007). A intensificação do uso do solo pela agricultura, na região da caatinga, causou vultosas perdas na biodiversidade da fauna e da flora, erosão do solo, sedimentação dos reservatórios e dos rios, com conseqüente declínio da atividade econômica e da qualidade de vida da população, podendo ser apontada como um dos fatores que contribuíram para o êxodo rural (ARAUJO FILHO, 2013).

Nesse bioma, desde o início da colonização europeia, as áreas de solos mais produtivos foram convertidas em pastagens e culturas agrícolas (LEAL et al., 2005). No entanto, a agricultura tradicional caracterizou-se pelo extrativismo predatório dos recursos de solo e vegetação ao mesmo tempo em que a exploração agrícola originou um incontável número de sistemas de produção, em que o espectro desses sistemas permeou desde a agricultura itinerante das culturas predominantemente alimentares até os mais modernos sistemas da fruticultura irrigada (ARAUJO FILHO, 2013).

Os sistemas agrícolas principais são os sistemas de agricultura de sequeiro, sistemas de culturas perenes, sistemas de agricultura irrigada; no caso dos sistemas pecuários se tem os

sistemas pecuários de sequeiro, que inclui as pastagens nativas herbáceas, pastagens nativas com elevada cobertura arbórea, pastagens cultivadas de sequeiro que inclui o capim buffel (*Cenchrus ciliaris*); e finalmente os sistemas pecuários irrigados (ARAUJO FILHO, 2013).

Os recursos florestais da região do semiárido do Nordeste servem para uma multiplicidade de fins (alimentação, habitação, vestuário, lazer e saúde), mas a contínua pressão humana, torna às vezes difícil entender que a região ainda contenha cerca de 42% dos remanescentes florestais do bioma Caatinga (PAUPITZ, 2010). A derrubada da caatinga e subsequente queima para a implantação de culturas e pastagens, associadas ao manejo inadequado do solo e dos rebanhos são apontados como os principais fatores responsáveis pela desertificação (ACCIOLY, 2000).

Diferentes estudos demonstraram que as mudanças no uso ou cobertura do solo alteraram os ciclos biogeoquímicos na Caatinga (RIBEIRO et al. 2016) e a mudança no uso da terra, estimulada pela devastação da caatinga gerou impactos no padrão da paisagem (COELHO et al. 2014). Dessa maneira, pelo menos 63,3% da Caatinga foi modificada por atividades humanas (DA SILVA; BARBOSA, 2017). As consequências desse modelo predatório extrativista provocaram perdas irreversíveis da diversidade florística e faunística, aceleração do processo de erosão e declínio da fertilidade do solo e da qualidade da água (DRUMOND et al. 2000). O uso inadequado do solo levou à redução drástica da biodiversidade no Semiárido devido ao desarranjo da rede alimentar e consequente quebra dos ciclos geoquímicos, a exemplo da destruição do estrato arbóreo reduzindo drasticamente a ciclagem dos nutrientes, a fertilidade e fixação do CO₂ atmosférico (RIEGELHAUPT; CORNEEL, 2010).

A degradação do solo resultante de prática não conservacionista no sistema edáfico de regiões semiáridas do nordeste brasileiro pode acarretar prejuízos irreparáveis às propriedades biológicas do solo (ALMEIDA et al. 2018). Apesar de existirem poucos estudos representativos sobre os impactos do manejo florestal da caatinga na dinâmica do ecossistema e sua relação com a biodiversidade, a prática do manejo florestal da caatinga tem impacto reduzido e, em alguns casos, favorece o enriquecimento da flora e fauna nativa (SILVA et al. 2008). Desta forma, é evidente e urgente o conhecimento da flora, fauna, solo e clima com informações fundamentais para o desenvolvimento de quaisquer estratégias de ações, evidenciando o valor da biodiversidade, que venham a contribuir para um melhor planejamento de manejo, usos e enriquecimento da caatinga (DRUMOND et al. 2000).

3. Biodiversidade do solo na caatinga

A atividade biológica do solo é responsável por muitas transformações físicas e químicas dos resíduos orgânicos que são depositados, mantendo, assim, a sustentabilidade do ambiente (SOUTO et al. 2008).

Ao avaliar diferentes sistemas de uso e manejo do solo de Cerrado, Carneiro et al. (2009) concluíram que os atributos biológicos podem ser alterados pelos sistemas de manejo, sendo mais prejudicados em sistemas com maior revolvimento do solo. Por exemplo, Pereira et al. (2018) observaram que comunidades de fungos micorrízicos arbusculares mostraram-se relacionadas aos atributos do solo e sensíveis às práticas de manejo em áreas de Caatinga arbórea. Também se observa que a precipitação pluvial favorece o estabelecimento de maior número de organismos edáficos da mesofauna em área de vegetação de caatinga (ARAUJO et al. 2009). Almeida et al. (2018) evidenciaram que o uso intensivo do solo e o histórico de manejo contribuem de forma negativa para as propriedades químicas e densidade de células rizobianas em áreas de Caatinga. Também a macrofauna edáfica se mostra afetada pelo uso do solo e atributos químicos em diferentes agroecossistemas, destacando que os sistemas agroflorestais propiciam melhores características químicas do solo e aumentos na abundância e riqueza da macrofauna do solo (LIMA et al. 2010).

A biodiversidade da Caatinga se mostra mais vulnerável às secas, devido ao processo de desertificação e poderá estar ainda mais vulnerável com o acúmulo dos impactos da desertificação e das mudanças climáticas (SEYFFARTH e RODRIGUES, 2017). A Caatinga apresenta ecossistemas únicos para microrganismos adaptados às altas temperaturas, excesso de radiação UV, estresse hídrico e escassez de nutrientes (DE MELO et al., 2014).

Considerando o estado de degradação da Caatinga, são diversos os trabalhos que manifestam a necessidade de mais estudos relacionados à biodiversidade, pela pouca disponibilidade de informações. Portanto, se faz necessário continuar estudando o efeito dos diferentes usos da terra na Caatinga na biodiversidade para fornecer alternativas de manejo sustentável do solo para a região. O desenvolvimento econômico e a gestão da biodiversidade são conceitos inseparáveis, dessa forma, ações de pesquisa que visem a conservação e a exploração racional trará benefícios sem precedentes às comunidades locais na Caatinga (DE MELO et al. 2014)

4. Bioindicadores da qualidade e saúde do solo

O conceito de saúde ou de qualidade do solo está relacionado à sua capacidade de funcionar para fornecer importantes serviços ambientais como: manter a capacidade de

produção biológica, promover a saúde das pessoas, plantas e animais, e preservar a qualidade ambiental, sendo avaliada pelo uso de indicadores físicos, químicos e biológicos (ARAUJO; MONTEIRO, 2007; MENDES et al., 2018). A saúde do solo conota o equilíbrio dos componentes biológicos, físicos, químicos, nutricionais, estruturais e de retenção da água necessários para manter a produtividade das plantas (MELAKEBERHAN et al., 2021) e é importante para o desenvolvimento sustentável do ecossistema terrestre (ZHOU; DING, 2007).

A qualidade do solo (Figura 1) pode ser definida como a capacidade deste em funcionar dentro do ecossistema visando sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde das plantas e animais (DE ARAÚJO e MONTEIRO, 2007). É considerada uma medida sensível das alterações e de sua resiliência (capacidade natural de um ecossistema recuperar-se, quando imposto a algum estresse) (AQUINO, 2005).

Os microrganismos do solo, por suas características, tais como abundância e atividade bioquímica e metabólica, além de proporcionar respostas mais rápidas a mudanças no ambiente (manejo do solo) apresentam um alto potencial de uso na avaliação da qualidade do solo (DE POLLI e PIMENTEL, 2005). Os bioindicadores ou indicadores biológicos são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença ou ausência, abundância e condições nas quais os indivíduos se encontram revelam determinada condição ambiental (BARETTA et al. 2011).

Os microrganismos são os responsáveis diretos pelo funcionamento do solo, atuando nos processos de gênese, decomposição de resíduos orgânicos, ciclagem de nutrientes, formação da matéria orgânica e biorremediação de áreas contaminadas por poluentes e agrotóxicos; portanto se justifica a importância e a necessidade da inclusão destes bioindicadores nas avaliações de qualidade do solo (CARVALHO et al. 2015).

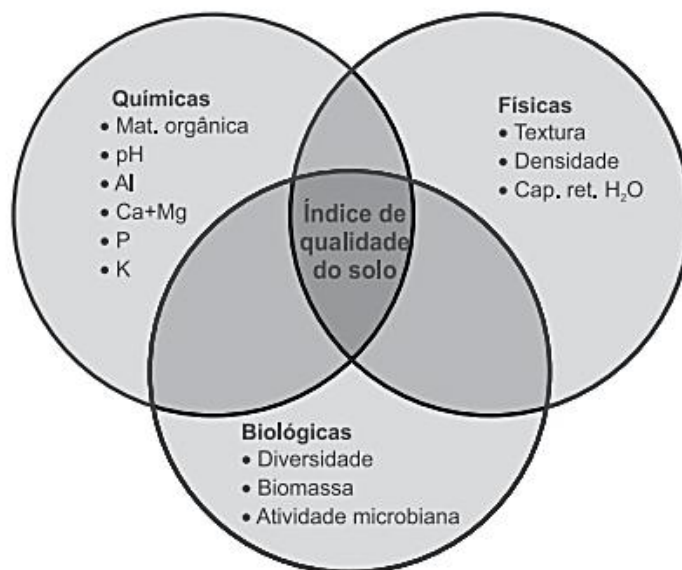


Figura 1. Qualidade do solo com a determinação da matéria orgânica do solo e das propriedades físicas, químicas e biológicas. Fonte: Carvalho et al. (2015).

Considerando-se que o recurso solo é limitado, que alguns de seus componentes requerem períodos prolongados para serem restaurados, a previsão do grau das perturbações ambientais pelo manejo inadequado se torna essencial (STEFANOSKI et al., 2013). Desta maneira, avaliar a qualidade de um solo de forma simples e confiável é objeto de investigações, e os resultados sistemáticos deste monitoramento representam papel central em estudos sobre qualidade do solo (QS) (STEFANOSKI et al., 2013).

As propriedades biológicas são sensíveis ao manejo agrícola e elas podem ter potencial como bioindicadores. Contudo, o total de bactérias, fungos e actinomicetos; bactérias e fungos decompositores de celulose; fosfatase do solo e atividade de sulfatos; e N de mineralização podem ter potencial limitado como bioindicadores (PANKHURST et al. 1995).

A condição da flora e fauna do solo pode refletir qualquer dano ao ecossistema do solo (BONGERS, 1990). Animais, plantas e, de forma mais geral, padrões de comunidades ecológicas parecem ser capazes de registrar mudanças ambientais qualitativas e quantitativas devido às atividades antrópicas (PAOLETTI; BRESSAN, 2010). Alguns estudos relacionaram a abundância e diversidade de comunidades de invertebrados como bioindicadores da qualidade do solo (SANTORUFO et al., 2012). No Brasil, o uso de áreas nativas, com mínimos impactos antropogênicos, tem prevalecido principalmente nos estudos de bioindicadores conduzidos no bioma Cerrado (CARVALHO et al., 2015).

A fauna ou organismos do solo são sensíveis a modificações ocorridas no ambiente, tanto as biológicas, físicas e químicas, como resultantes das práticas de manejo de solo e de

cultivo empregadas, podendo ser utilizados como indicadores de sua qualidade (BARETTA et al. 2011), bem como as propriedades inerentes do próprio ecossistema, tais como o clima, o solo e a vegetação (CORREIA, 2002). Portanto, a fauna do solo pode se constituir em um eficiente bioindicador da qualidade do solo em áreas degradadas do bioma Caatinga (LIMA et al., 2017).

4.1. Nematoides como bioindicadores da qualidade e saúde dos solos

Os nematoides são considerados os animais mais abundantes na Terra (BONGERS; FERRIS, 1999), ocupando quase todos os ambientes que fornecem uma fonte disponível de carbono orgânico, tendo um papel significativo em quase todos os ecossistemas do mundo (YEATES, 1987). Os nematoides são os metazoários mais abundantes e a diversidade das comunidades terrestres é alta (BONGERS; BONGERS, 1998).

De acordo com Baretta et al. (2011), os nematoides têm efeitos benéficos e prejudiciais nos ecossistemas, incluindo a ciclagem de carbono e nitrogênio no solo. O tamanho e complexidade da comunidade de nematoides podem refletir a mudança da vegetação, sendo considerados bioindicadores sensíveis da restauração do ecossistema (ZHANG X. et al., 2015).

Os nematoides do solo podem ser classificados fundamentalmente em quatro grandes grupos tróficos: micrófagos (bacteriófagos e micófagos), herbívoros, onívoros e predadores. O primeiro grupo se alimenta de bactérias (bacteriófagos) e fungos (fungívoros), regulam as populações microbianas e participam ativamente da manutenção do ciclo de nutrientes e da mineralização do N, enquanto o segundo grupo se alimenta e parasita as raízes das plantas (SÁNCHEZ-MORENO; TALAVERA, 2013).

Os protozoários e nematoides do solo são geralmente muito sensíveis a mudanças na condição ou saúde do solo (GUPTA; YEATES, 1997). Os nematoides do solo são sensíveis às mudanças influenciadas por atividades humanas, como a agricultura e pecuária, uma vez que as características edafoclimáticas influenciam sua sobrevivência e ocorrência (SILVA et al. 2020). Além do mais, por seus efeitos na comunidade microbiana do solo, os nematoides suportam muitas funções e serviços ecológicos em ecossistemas áridos e semiáridos (PEN-MOURATOV et al., 2011).

Os nematoides podem ser empregados como bioindicadores porque: i) ocorrem em todos os locais onde ocorre a decomposição; ii) sua morfologia reage ao comportamento alimentar; iii) interagem com outros organismos da biota do solo; iv) têm especificidade

alimentar; v) possuem tempo de resposta curto; vi) podem ser facilmente isolados do solo, e vii) a identificação do gênero é relativamente simples (BONGERS; BONGERS, 1998).

Por regularem indiretamente a decomposição e liberação de nutrientes nos ecossistemas, existência de grupos funcionais, e por suas estruturas tróficas estarem intimamente relacionadas com os processos, estrutura e função da rede do ecossistema em vários tipos de solo, os nematoides são considerados um bom indicador de atividade biológica nos solos (BONGERS, 1990; BONGERS; BONGERS, 1998; YEATES; BONGERS, 1999; YEATES, 2003; BARDGETT; VANDER PUTTEN, 2014; ZHANG et al., 2015), particularmente úteis quando a fonte de perturbação não foi identificada e para identificar os efeitos de perturbação no ecossistema (ZEPPILLI et al., 2015). Para Baxter et al. (2013), os nematoides são um organismo modelo adequado para abordar os impactos da erosão pelas atividades de uso da terra – em particular, erosão induzida pela água

De acordo com Ferris (2010), a diversidade e os índices funcionais são ferramentas descritivas úteis para avaliar a cadeia alimentar e as condições do ecossistema.

Segundo Sánchez-Moreno; Talavera (2013), os nematoides são considerados excelentes bioindicadores pelas seguintes características:

- i. Apresentam espécies que podem ser incluídas em pelo menos em quatro grandes grupos tróficos, que unidos a variabilidade dos tipos de ciclos de vida permitem numerosos grupos funcionais.
- ii. Ao contrário do que outros grupos da fauna do solo, os grupos tróficos dos nematoides são facilmente identificáveis por estruturas morfológicas associadas aos seus hábitos alimentares.
- iii. São relativamente pequenos e apresentam ciclos vitais relativamente curtos, o que lhes permite responder rapidamente a mudanças no ambiente, toda vez que as suas flutuações não são tão rápidas como as de outros microrganismos do solo.
- iv. Aparecem em áreas contaminadas e se encontram distribuídos no longo de todo o perfil do solo, característica não frequente no resto dos organismos edáficos.
- v. Devido à sua abundância e tamanho é possível a extração do solo e estimação das densidades com relativa facilidade em comparação a outros organismos edáficos.
- vi. Possuem uma cutícula semipermeável que permite o contato direto com outros contaminantes.

- vii. Alguns nematoides apresentam estados de resistência ou quiescência que permite a sobrevivência inativa quando as condições de crescimento e desenvolvimento não são favoráveis, enquanto são extremamente sensíveis às mudanças ambientais.

4.2. Nematoides como bioindicadores em sistemas de uso e manejo do solo

Os estudos vinculados ao uso de nematoides como bioindicadores das condições do solo em diferentes regiões do mundo tem crescido nos últimos anos. Em vários desses estudos são considerados a diversidade de nematoides, abundância dentro de guildas, índices ecológicos e funcionais, relação de canais, índice de maturidade, índice de parasitas de plantas, índice de enriquecimento, índice de estrutura (RENCO et al. 2021; SILVA et al. 2020; YIN et al. 2020).

Pesquisas demonstraram que os índices que avaliaram a comunidade de nematoides permitem estabelecê-los com indicadores de qualidade, tais como Yin et al. (2020), que analisaram o efeito da liberação de árvores cultivadas na biodiversidade subterrânea utilizando a composição, diversidade e pegadas metabólicas das comunidades de nematoides do solo; Santorufo et al. (2012), que relacionaram nematoides com características químicas e físicas de solos urbanos; Mondino et al. (2009) que avaliaram comunidades do solo em agroecossistemas orgânicos.

No Brasil, Tomazini; Ferraz; Monteiro (2008a, 2008b) estudaram a abundância, diversidade, estrutura trófica e índices de maturidade de comunidades de nematoides em áreas contíguas de vegetação natural e submetidas a diferentes tipos de manejo agrícola. No Cerrado, Coutinho (2014) utilizou nematoides como bioindicadores de distúrbio no estabelecimento do sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta, em que áreas de mata e vegetação espontânea foram usadas como controle e, como os tratamentos: Floresta, Lavoura; Pecuaria e o sistema Lavoura-Pecuária-Floresta. Rodrigues (2011) estudou comunidades de nematoides em cinco fitofisionomias do bioma Cerrado empregando medidas ecológicas e de distúrbios (abundância total, relativa e absoluta; riqueza de gêneros; índice de Shannon-Weaver e equitatividade de Shannon, índice de Simpson e equitatividade de Simpson; estrutura trófica, diversidade trófica, padrão de decomposição, entre outros)

No semiárido e Caatinga de Pernambuco, Ramos et al. (2010) analisaram as relações entre a nematofauna e atributos físicos e químicos do solo em áreas degradadas por erosão laminar; Vicente et al. (2015) estudaram a estrutura da comunidade de nematoides e a variabilidade espacial em solos; Silva et al. (2020) avaliaram como o uso da terra (áreas agrícolas, floresta secundária e floresta natural), propriedades do solo e variáveis climáticas influenciam as comunidades de nematoides; Batista (2019) estudou a nematofauna do solo no Sertão Pernambucano, aferindo os níveis de intervenção antrópica a partir de índices ecológicos de nematoides e avaliou as

relações entre os nematoides e os atributos físicos do solo no município de Parnamirim/PE em cinco diferentes sistemas de manejo; Leitão (2015) estudou a dinâmica espaço-temporal da nematofauna, atributos edáficos e crescimento de goiabeiras sob manejo com torta de nim.

4.3. Comunidades de nematoides do solo

A abundância, diversidade taxonômica e trófica, entre outros, favorecem a utilização de comunidades de nematoides (parasitas vegetais e de vida livre) como excelentes bioindicadores de alterações ambientais, qualidade do solo e sustentabilidade, porque a composição se correlaciona com a ciclagem e decomposição do nitrogênio, dois processos ecológicos críticos no solo (NEHER, 2001). Ritzinger et al. (2010) indicaram que os índices das comunidades de nematoides de vida livre no solo (taxa de ocorrência, abundância e diversidade) são essenciais para detectar impactos sobre diferentes tipos de manejo dos solos e distúrbios.

4.3.1. Abundância

A abundância total refere-se ao número de todos os indivíduos, independente do táxon ou grupo trófico a que pertence; a abundância absoluta é o número total de indivíduos pertencentes a um determinado táxon ou grupo trófico de uma amostra e a abundância relativa representa o valor percentual do número de indivíduos pertencentes a um determinado táxon ou grupo trófico com relação ao total de indivíduos presentes na amostra (RODRIGUES, 2011). O cálculo é feito dividindo a abundância absoluta pela abundância total e multiplicando o resultado por 100.

4.3.2. Estratégia de vida dos nematoides (Escala c-p)

Considerando a estratégia de vida, os nematoides se podem classificar em colonizadores (estrategista *r*) e persistentes (estrategistas *k*). Os colonizadores aumentam rapidamente em número sob condições favoráveis, têm ciclo de vida curto, possuem uma alta capacidade de colonização e sua tolerância a distúrbios, eutrofização e anoxibiose, apresentam altas flutuações nas densidades populacionais, liberam grandes números de pequenos ovos e são muitas vezes vivíparos. Os persistentes têm uma baixa taxa de reprodução, em geral um longo ciclo de vida, uma baixa capacidade de colonização, são sensíveis a distúrbios, nunca pertencem às espécies dominantes em uma amostra, o seu número varia pouco durante o ano, têm poucos

descendentes, pequenas gônadas, mas produzem grandes ovos; geralmente, vivem em habitats com longa estabilidade de duração (BONGERS, 1990).

Colonizadores (c) e persistentes (p) são extremos em uma escala (escala c-p) de 1 a 5, respectivamente, mas muitas espécies têm características intermediárias. Desta maneira, segundo Bongers; Bongers (1998), os nematoides são classificados em:

Grupo cp-1: compreende nematoides com curto tempo de geração, muito prolíficos, que resulta em um explosivo crescimento populacional sob condições de riqueza de nutrientes, acompanhando o crescimento populacional de bactérias em solos enriquecidos. São relativamente tolerantes a estresse induzido por poluição, possuem alta atividade metabólica. Formam o estágio de sobrevivência *dauer larvae* à medida em que a atividade microbiana é reduzida. Este grupo se compõe de bacteriófagos das famílias Rabditidae, Diplogasteridae e Panagrolaimidae.

Grupo cp-2: engloba nematoides com curto tempo de geração e alta taxa de reprodução e não formam *dauer larvae*, ocorrem tanto em condições de riqueza como de pobreza de alimentos e são tolerantes a poluentes e outros distúrbios. O grupo é composto por nematoides menores da família Tylenchidae, os micófitos da Aphelenchoidea e Anguinidae, e os bacteriófagos da Cephalobidae, Plectidae e Monhysteridae.

Grupo cp-3: nematoides com características entre os grupos 2 e 4, têm um longo tempo de geração e são relativamente sensíveis a distúrbios. Grupo composto por bacteriófagos das famílias Teratocephalidae, Araeolaimida e Chromadoridae, Tylenchomorpha, os micófitos da Diplogasteridae e os predadores da Tripylidae.

Grupo cp-4: inclui nematoides Dorilaimidas menores e não Dorilaimidas maiores, se caracterizam por um longo tempo de geração, cutícula permeável e sensível a poluentes. O grupo é composto de predadores maiores, bacteriófagos da Alaimidae e Bathyodontidae, Dorilaimidas menores e fitoparasitas da família Trichodoridae.

Grupo cp-5: inclui nematoides Dorilaimidas maiores com longo ciclo de vida, grande longevidade e baixa taxa de reprodução, produzem poucos e grandes ovos e sua mobilidade é baixa, com uma cutícula permeável, são muito sensíveis a poluentes e outros distúrbios. O grupo é conformado de Dorilaimidas maiores, incluídos os onívoros, predadores e fitoparasitas.

4.3.3. Indicadores de sucessão ecológica ou distúrbios

Tendo que os índices de avaliação da qualidade do solo baseados na presença de todos os grupos de alimentação fornecem informações insuficientes sobre o funcionamento dos

ecossistemas do solo e suas ameaças, surge o conceito de grupos funcionais baseado no histórico de vida dos nematoides, funcionamento do ecossistema e perturbações (BONGERS; BONGERS, 1998).

O índice de maturidade (IM), baseado na nematofauna, é proposto como um indicador semiquantitativo da condição do ecossistema do solo e está baseado na escala cp (BONGERS, 1990). Os IM respondem a uma variedade de práticas de manejo de terra, baseados em grande parte nas características inferidas do histórico de vida das famílias (NEHER, 2001). São indicadores do estado de sucessão e, portanto, de conservação do solo (SÁNCHEZ-MORENO; TALAVERA, 2013).

O IM considera a contribuição média de cada um dos grupos cp (nematoides de vida livre) à comunidade de nematoides, de forma que solos com maiores IM apresentam contribuições de nematoides mais sensíveis às perturbações, conseguindo assim um indicador do estado de sucessão ecológica (SÁNCHEZ-MORENO; TALAVERA, 2013); enquanto o índice de parasitos de plantas considera exclusivamente os nematoides herbívoros e fitoparasitos (BONGERS, 1990). Como a sucessão ecológica da comunidade de nematoides é constantemente interrompida pelas práticas agrícolas, o estado de sucessão da comunidade pode refletir o estado de alteração do solo (SÁNCHEZ-MORENO; TALAVERA, 2013).

Os índices de maturidade (MI), índice de maturidade modificado (IMm) e de parasitos de plantas (IPP) são determinados com base em Bongers; Bongers, (1998). O IMm é semelhante ao índice de maturidade (IM), mas é aplicado a todos os nematoides do solo (WASILEWSKA, 1994; YEATES, 1994). O IM é calculado de acordo com a equação 1:

(1)

$$IM = (\sum v_i f_i) / N$$

Onde v_i é o valor cp atribuído ao gênero de i , f_i é a frequência de gênero i , e N é o número total de indivíduos na comunidade (BONGERS, 1990).

4.3.4. Guildas funcionais da estrutura trófica

O estudo da estrutura trófica permite uma melhor compreensão do papel dos nematoides no solo e como as mudanças no ambiente influenciam a composição da nematofauna (YEATES et al., 1993). Na consideração das inter-relações de nematoides e plantas, cinco são os grupos tróficos que devem ser considerados: bacterívoros, fungívoros, parasitas de plantas superiores, predadores e onívoros (FERRIS; FERRIS, 1974). É calculado mediante a determinação das

abundâncias relativas dos táxons ocorrentes, com base, principalmente, em Yeates et al. (1993), agrupando os nematoides em BF = bacteriófagos; FF = micófagos; PP = parasitos de plantas; PR = predadores e OM = onívoros.

4.3.5. Via de decomposição da matéria orgânica

O estabelecimento dos canais prevalentes de decomposição da matéria orgânica (MO) são determinados mediante as relações micófago/bacteriófago (FF/BF) como uma maneira de verificar qual organismo atua na decomposição da matéria orgânica (fungos ou bactérias) e a relação (micófago+bacteriófago)/parasita planta, (FF+BF)/PP, que indica se na cadeia trófica do solo há dominância de nematoides que se alimentam de microrganismos ou de nematoides herbívoros (TOMAZINI; FERRAZ; MONTEIRO, 2008b; WASILEWSKA, 1994).

4.3.6. Índices da rede trófica

Os índices da rede trófica consideram o conhecimento combinado sobre os cinco grupos cp e os cinco grupos tróficos (bacteriófagos, micófagos, herbívoros e fitoparasitos, onívoros e predadores) (FERRIS et al., 2001). O desenvolvimento destes índices permitiu inferir o rol ecológico dos nematoides do solo, no marco mais geral da estrutura e função da rede trófica edáfica; e definem o tipo de decomposição da matéria orgânica predominante no local determinado, assim como, o grau de complexidade da rede (SÁNCHEZ-MORENO; TALAVERA, 2013).

Desta maneira, Sánchez-Moreno e Talavera (2013); Ferris et al. (2001) indicam que os índices da rede trófica são:

Índice de enriquecimento (IE): indicador da fertilidade e acréscimo das populações de bactérias geradas por um processo de enriquecimento orgânico.

Índice de canal (IC): indicador de um canal ativo de decomposição da matéria orgânica lento, mediada por fungos que decompõem a matéria orgânica mais recalcitrante.

Índice de estrutura (IS): baseado nos elos mais altos da rede, indicador da complexidade da rede trófica e da capacidade de supressão de espécies invasoras e espécies praga.

Índice basal (IB): indicador da presença de nematoides chamados “basais”, resistentes as perturbações, indicador das redes tróficas degradadas.

A combinação dos índices de estrutura e de enriquecimento, indicadores das funções mais importantes no agroecossistema (manutenção da fertilidade do solo e supressão de

espécies praga), pode ser representada graficamente, para um diagnóstico do estado da rede trófica com quatro possíveis estados: degradada, madura, perturbada ou estruturada (SÁNCHEZ-MORENO; TALAVERA, 2013).

Ferris et al. (2001) propuseram o índice de enriquecimento (IE) com ênfase em nematoides bacteriófagos e micófitos de crescimento rápido com valores de c-p 1 e 2; e o índice de estrutura (IS) que foi proposto com ênfase em nematoides predadores e onívoros. De acordo com Ferris et al. (2001) o índice de enriquecimento é calculado de acordo com a equação 2:

$$IE = 100 * s / (b + s) \quad (2)$$

Onde b e s são a abundância de indivíduos em guildas no componente basal e no componente estrutural ponderados pelos valores de k_b e k_s , respectivamente; k_b representa a ponderação de corporações Ba_2 e Fu_2 , e k_e é a ponderação atribuída às guildas Ba_1 e Fu_2 , e k_s é a ponderação assignada as guildas Ba_3 - Ba_5 , Fu_3 - Fu_5 , e Op_3 - Op_5 . Ba_x , Fu_x , Op_x e Pp_x (onde $x = 1-5$) representam as guildas funcionais de nematoides que são bacteriófagos (Ba), fungívoros (Fu), onívoros-predadores (Op) ou parasitas de plantas (Pp), respectivamente, onde as guildas têm o caráter indicado por x no colonizador-persistente (cp) escala (1-5) de acordo com suas características r e K . Nematoides nas mesmas guildas funcionais respondem de maneira semelhante ao enriquecimento da cadeia alimentar e à perturbação ambiental. Ambos os índices se calculam na base de um sistema de proporções que refletem a importância da presença das guildas funcionais ao longo da cadeia alimentar do solo, como se detalha a seguir:

$$IB = 100 * b / (e + s + b)$$

$$IE = 100 * \left(\frac{e}{(e + b)} \right)$$

$$IS = 100 * \left(\frac{s}{(s + b)} \right)$$

$$IC = 100 * (0,8 * Mi_2 / (3,2 * Ba_1 + 0,8 * Mi_2))$$

Onde:

$$e = 3,2 * (Ba_1) + 0,8 * (Mi_2)$$

$$s = 1,8 * (Ba_3 + Mi_3 + OP_3) + 3,2 * (Ba_4 + Mi_4 + OP_4) + 5 * (Ba_5 + Mi_5 + OP_5)$$

$$b = 0,8 * (Ba_2 + Mi_2)$$

As categorias de números de 1 a 5 correspondem aos valores representados na escala c-p, sendo Ba: Bacteriófagos; Mi: Micófitos; OP: Onívoros-predadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, L. J. de O.; SILVA, E. A. da, CAVALCANTI JUNIOR, E. D. A.; ALVES, E. D. S.; PEREIRA, A. G. de S.; SILVA, R. S. da; RAMOS, R. R. D.; SILVA, R. R. da. **Mapeamento do uso e cobertura das terras do Semiárido pernambucano (escala 1: 100.000)**. 1. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), oct/2017. 101 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1079144/mapeamento-do-uso-e-cobertura-das-terras-do-semiarido-pernambucano-escala-1100000>. Acesso em: 7 nov. 2021.

ACCIOLY, L. J. O. Degradação do solo e Desertificação no Nordeste do Brasil. **Embrapa Solos-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E)**, Campinas, SP, v. 25, p. 23-25, 2000. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/876529/1/DegradaAEodoSoloeDesertificaAEonONordestedoBrasilPortalDiadeCampo.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2021.

ALBUQUERQUE, U. P. de; ANDRADE, L. de H. C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, p. 273-285, 2002a. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062002000300004> . Acesso em: 20 jan. 2021.

ALBUQUERQUE, U. P. de; ANDRADE, L. de H. C. Uso de recursos vegetais da caatinga: o caso do agreste do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). **Interciencia**, v. 27, n. 7, p. 336-346, 2002b. Disponible en: <http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002000700002&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0378-1844.

ALMEIDA, A. M. M. de, MENDES FILHO, P. F., GARCIA, K. G. V., GOMES, V. F. F., & DE ALMEIDA, C. L. Densidade, caracterização e eficiência de bactérias fixadoras de Nitrogênio em áreas de caatinga degradada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 1, p. 16-21, 2018.

ALVES, J.J.A.; DE ARAÚJO, M.A.; DO NASCIMENTO, S.S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009. <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117837020.pdf>

ALVES, J. J. Geocologia da caatinga no semi-árido do nordeste brasileiro. **CLIMEP-Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 2, n. 1, 2007. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/266>. Acesso em: 17 maio, 2021.

AQUINO, A. M. de. Fauna do Solo e sua Inserção na regulação funcional do agroecossistema. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. p. 47 -70. **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília: EMBRAPA, 2005.

ARAÚJO, K. D., PARENTE, H. N., CORREIA, K. G., RODRIGUES, M. Q., DANTAS, R. T., DE ANDRADE, A. P., & SOUTO, J. S. Influência da precipitação pluvial sobre a mesofauna Invertebrada do solo em área de caatinga no Semiárido da Paraíba. **Geoambiente On-line**, n. 12, p. 01-12 pág., 2009. DOI: <https://doi.org/10.5216/rev.%20geoambie.v0i12.25979>.

ARAÚJO FILHO de, J. A. **Manejo Pastoril Sustentável da Caatinga**. 22. ed. Recife/PE: Projeto Dom Helder Camara, Projeto SEMEAR, Brasília (Brasil) Associação Brasileira de Agroecologia, Rio Grande do Sul (Brasil), 200 p. 2013.

BARDGETT, R. D.; VAN DER PUTTEN, W. H. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. **Nature**, v. 515, n. 7528, p. 505, 2014.

BARETTA, D., SANTOS, J. C. P., SEGAT, J. C., GEREMIA, E. V., OLIVEIRA FILHO, L. D., & ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. **Tópicos em ciência do solo**, v. 7, p. 119-170, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mauricio-Alves/publication/267333227_FAUNA_EDAFICA_E_QUALIDADE_DO_SOLO/links/544c197f0cf2bcc9b1d6c3e2/FAUNA-EDAFICA-E-QUALIDADE-DO-SOLO.pdf

BATISTA, M. G. C. **Nematofauna associada a áreas degradadas da Caatinga**. 2019. Dissertação (Programa de Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil, 79 p. 2019. Disponível em: http://www.ppgf.ufrpe.br/sites/www3.ppgf.ufrpe.br/files/documentos/dissertacao_-_maria_gabriela_cavalcante_batista.pdf. Acesso em: 6 jan. 2022.

BAXTER, C. et al. Compreendendo os impactos da erosão do solo em agroecossistemas temperados: colmatar a lacuna entre geomorfologia e ecologia do solo usando nematoides como organismo modelo. **Biogeosciences**, v. 10, n. 11, p. 7133-7145, 2013.

BONGERS, T.; FERRIS, H. Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 14, n. 6, p. 224-228, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(98\)01583-3](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(98)01583-3). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169534798015833>. Acesso em: 21 jan. 2022.

BONGERS, T.; BONGERS, M. Functional diversity of nematodes. **Applied soil ecology**, v. 10, n. 3, p. 239-251, 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(98\)00123-1](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(98)00123-1). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139398001231>. Acesso em: 24 maio 2021.

BONGERS, T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. **Oecologia**, v. 83, p. 14 – 19. 1990. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00324627>. Acesso em: 15 nov. 2021.

BORRELLI, P.; ROBINSON, D. A.; FLEISCHER, L. R.; LUGATO, E.; BALLABIO, C.; ALEWELL, C.; BAGARELLO, V. An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. **Nature communications**, v. 8, n. 1, p. 1-13, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02142-7>.

BRASIL. **Plano de Divulgação do Bioma Caatinga** Ministério Do Meio Ambiente Secretaria De Biodiversidade E Florestas Departamento De Conservação Da Biodiversidade Núcleo Do Bioma. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/203/_arquivos/plano___comunicao_jorge_1_203_1.pdf>.

CAIXETA, L. de B. Diversidade de nematoides em sistemas de uso do solo nos biomas de mata atlântica e caatinga e aspectos taxonômicos e filogenéticos da família Telotylenchidae. 2015. Tese (Doutorado em Fitopatologia)-Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/19282>. Acesso em: 8 fev. 2022.

CARDOSO, M. de O. et al. Comparing sugarcane fields and forest fragments: the effect of disturbance on soil physical properties and nematode assemblages. **Soil use and management**, v. 31, n. 3, p. 397-407, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/sum.12190>

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D. de; REIS, E. F. dos; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. de. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa MG, v. 33, n. 1, p. 147 -157, feb/2009. DOI:

<https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000100016>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/bnxYX3F8qNyvcYqZNeMR4Tn/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 sep. 2021.

Carvalho M., I. de, de Sousa, D. M. G., & dos Reis Junior, F. B. Bioindicadores de qualidade de solo: dos laboratórios de pesquisa para o campo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 191-209, 2015. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138889/1/Bioindicadores-de-qualidade.pdf>

COELHO, V. H.; MONTENEGRO, S. M.; ALMEIDA, C. D. N.; DE LIMA, E. R.; RIBEIRO NETO, A.; DE MOURA, G. S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 64-72, jan. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000100009>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/7hTsMfpbbPzGYzMTWwP6spw/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 24 nov. 2021.

CORREIA, M. E. F. Potencial de utilização dos atributos das comunidades de fauna de solo e de grupos chave de invertebrados como bioindicadores do manejo de ecossistemas. **Embrapa Agrobiologia-Documentos (INFOTECA-E)**, 2002. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/624781/1/doc157.pdf>.

COUTINHO, R. R. Estudo das comunidades de nematoides como bioindicadores de distúrbio em sistemas agrícolas. 2014. 80 f. **Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)** -Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Disponível em

<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/4427/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 14 oct. 2021.

DA CRUZ, F.N.; BORBA, G.L.; ABREU, de L. R. D. **Ciências da natureza e realidade: interdisciplinar: Bioma Caatinga-recursos minerais**. 2. ed. Natal, Brazil: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.

DA SILVA, J.M.C.; BARBOSA, L.C.F. Impact of human activities on the Caatinga. In: **Caatinga**. Springer, Cham, 2017. p. 359-368. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3_13. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-68339-3_13. Acesso em: 5 fev. 2022.

DE ALBUQUERQUE, U. P.; DE LIMA ARAÚJO, E.; EL-DEIR, A. C. A.; DE LIMA, A. L. A.; SOUTO, A.; BEZERRA, B. M.; ... ; DE MOURA, G. J. B. et al. Caatinga revisited: ecology and conservation of an important seasonal dry forest. **The Scientific World Journal**, v. 2012, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1100/2012/205182>. Disponível em:

<https://www.hindawi.com/journals/tswj/2012/205182/>. Acesso em: 15 fev. 2022.

DE ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, Regina Teresa Rosim. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, 2007.

DE MELO, I. S., QUEIROZ, S. D. N., MENDES, R., FIORE, M. D. F., PELLIZARI, V., TAKETANI, R., ... & NAKAYAMA, C. Biodiversidade e bioprospecção de micro-organismos na Caatinga. 2014. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1011720/1/2014AA89.pdf>.

DE POLLI, H. e PIMENTEL, M. S. Indicadores de Qualidade do Solo. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. p. 17-28. **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília: EMBRAPA, 2005.

DRUMOND, M. A.; KIILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, M. C.; OLIVEIRA, V. R.; ALBUQUERQUE, S. G.; NASCIMENTO, C. E. S.; CAVALCANTI, J. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. In: SEMINÁRIO PARA AVALIAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE AÇÕES PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO, UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL E REPARTIÇÃO DE BENEFÍCIOS DA BIODIVERSIDADE DO BIOMA CAATINGA. *Anais [...]*. Petrolina, 31 de ago., 2000.

FAO -Food and Agriculture Organization of the United Nations. **La biodiversidad del suelo**. Portal de Suelos de la FAO. 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/soils-portal/soil-biodiversity/es/>. Acesso em: 31 oct. 2021.

FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations. **World Soil Charter**. 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-mn442e.pdf>. Acesso em: 20 janeiro, 2022.

Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO; Intergovernmental Technical Panel on Soils-ITPS. **Status of the world's soil resources (SWSR) – main report**. Rome, Italy. 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2020.

FERRIS, H. Form and function: metabolic footprints of nematodes in the soil food web. **European Journal of Soil Biology**, v. 46, n. 2, p. 97-104, mar-abr, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2010.01.003>. FERRIS, H. **Nemaplex: Uma Enciclopédia Virtual sobre Nematóides de Solos e Plantas**. 2019.

FERRIS, V. R.; FERRIS, J. M. Inter-relationships between nematode and plant communities in agricultural ecosystems. **Agro-ecosystems**, v. 1, p. 275-299, 1974. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-3746\(74\)90039-0](https://doi.org/10.1016/0304-3746(74)90039-0). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304374674900390>. Acesso em; 12 jan. 2022.

FERRIS, H.; BONGERS, T.; DE GOEDE, R. G. M. A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. **Applied soil ecology**, v. 18, n. 1, p. 13-29, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(01\)00152-4](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(01)00152-4)

FRANCA-ROCHA, W., SILVA, A. D. B., NOLASCO, M. C., LOBÃO, J., BRITTO, D., CHAVES, J. M., & ROCHA, C. D. Levantamento da cobertura vegetal e do uso do solo do Bioma Caatinga. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE, Florianópolis, SC, Brazil**, p. 2629-2636, 2007. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.16.02.49/doc/2629-2636.pdf>. Acesso em 7 dez. 2021.

GANEM, R. S. Caatinga: Estratégias de Conservação, **Consultoria Legislativa-Câmara dos Deputados**, Estudo Técnico. 2017. 105 p.

GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos Recursos Florestais da Caatinga**. Serviço Florestal Brasileiro. Brasília/DF. 2. ed., 2010. 368 p. ISBN 978-85-63269-04-1. Disponível em: <https://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/1788-uso-sustentavel-e-conservacao-dos-recursos-florestais-da-caatinga/file>. Acesso em: 4 oct. 2021

GIL, R. P. Wilderness: Earth's Last Wild Places. **CEMEX, Mexico City**, 2002.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. O. Degradação dos solos–abordagens teóricas e estudos de casos, ao longo de 25 anos (1994–2019), no âmbito do lagesolos. **Humboldt-Revista de Geografia Física e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 1-29. 2021. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/humboldt/article/view/57375>. Acesso em: 15 nov. 2021.

GUPTA, V. V.; YEATES, G. W. Soil microfauna as bioindicators of soil health. **Biological indicators of soil health.**, Wallingford, p. 201-233, 1997. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267266380_soil_microfauna_as_indicators_of_soil_health. Acesso em: 14 ago. 2021.

JENKINS, W.R. B. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, n. 9, p. 692, 1964

KIILL, Lúcia Helena Piedade. Caatinga: patrimônio brasileiro ameaçado. **Embrapa Semiárido-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E)**, 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/899060/1/Kiill2011.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2021.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; DA SILVA, J. M. C.; LACHER JUNIOR, T.E. Ecologia e conservação da Caatinga: uma introdução ao desafio. *In*: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; DA SILVA, J. M. C. (Ed.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: 2. ed. Editora Universitária UFPE, 2005. 822 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ICnSiflZoQoC&oi=fnd&pg=PR9&dq=importancia+conservacao+solos+caatinga+&ots=YbwidcejYD&sig=cnXXmx9QEVFiC98Ke2iuBcsjFJ0#v=onepage&q=importancia%20conservacao%20solos%20caatinga&f=true>. Acesso em: 20 oct. 2021

LEAL, I. R.; SILVA da, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER JR., T. E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 139 – 146, jul./2005.

LIMA, K.D.R.; CAMARA, R.; CHAER, G.M.; PEREIRA, M.G.; RESENDE, A.S. Soil fauna as bioindicator of recovery of degraded areas in the Caatinga biome. **Revista Caatinga**, v. 30, p. 401-411, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n215rc> . Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/6JwMXHgNCjNmqpSmmng6mqyq/abstract/?lang=en>. Acesso em: 30 jan. 2022.

LIMA, S. S. D., AQUINO, A. M. D., LEITE, L. F. C., VELÁSQUEZ, E., & LAVELLE, P. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 322-331, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000300013>

MAIA, J. M.; SOUSA, V. F. O. de; LIRA, E. H. A.; LUCENA de; M. A. Motivações socioeconômicas para a conservação e exploração sustentável do bioma Caatinga. **Desenvolv. Meio Ambiente**, v. 41, p. 295-310, ago./2017. DOI: 10.5380/dma.v41i0.49254.

MELAKEBERHAN, H.; BONITO, G.; KRAVCHENKO, A. N. Application of nematode community analyses-based models towards identifying sustainable soil health management Outcomes: a review of the concepts. **Soil Systems**, v. 5, n. 2, p. 32, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/soilsystems5020032>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2571-8789/5/2/32>. Acesso em: 14 de out. 2021.

MELAKEBERHAN, H., MAUNG, Z., LARTEY, I., YILDIZ, S., GRONSETH, J., QI, J., ... & ADJEI-GYAPONG, T. Nematode community-based soil food web analysis of Ferralsol, Lithosol and Nitosol soil groups in Ghana, Kenya and Malawi reveals distinct soil health degradations. **Diversity**, v. 13, n. 3, p. 101, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/d13030101>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-2818/13/3/101>. Acesso em: 05 jun. 2021.

MELO, R. F. de; GIONGO, V.; SIGNOR, D.; ANJOS, J.B. dos. Uso e manejo do solo. In MELO, R. F. de; VOLTOLINI, T. V. (Ed.). Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido. Brasília, DF, Embrapa, 2019, p. 395 – 444. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/208488/1/Uso-e-manejo-do-solo.pdf>. Acesso

em: 10 oct. 2021.

MENDES, L. **Conheca e Conserve a Caatinga - O Bioma Caatinga**. Associação Caatinga, Fortaleza, Brasil, v. 1. 2011.

MENDES, I. D. C., DE SOUSA, D. M. G., DOS REIS JUNIOR, F. B., & LOPES, A. D. C. Bioanálise de solo: como acessar e interpretar a saúde do solo. **Embrapa Cerrados-Circular Técnica. (INFOTECA-E)**, 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1110832>.

MENEZES, R. S. C. et al. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3, p. 643-653, 2012.

NEHER, D. A. Role of nematodes in soil health and their use as indicators. **Journal of nematology**, v. 33, n. 4, p. 161-168, 2001. PMID: PMC2620512. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2620512/>. Acesso em: 20 oct. 2021

PANKHURST, C. E., HAWKE, B. G., MCDONALD, H. J., KIRKBY, C. A., BUCKERFIELD, J. C., MICHELSEN, P., ... & DOUBE, B. M. Evaluation of soil biological properties as potential bioindicators of soil health. **Australian journal of experimental Agriculture**, v. 35, n. 7, p. 1015-1028, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1071/EA9951015>. Disponível em: <https://www.publish.csiro.au/AN/EA9951015>. Acesso em: 10 jan. 2022.

PAOLETTI, M.G.; BRESSAN, M. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. **Critical reviews in plant sciences**, v. 15, n. 1, p. 21-62, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1080/07352689609701935>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07352689609701935>. Acesso em 11 jan. 2022.

PAOLETTI, M.G.; FAVRETTO, M.R.; STINNER, B.R.; PURRINGTON, F.F.; BATER, J.E. Invertebrates as bioindicators of soil use. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 34, n. 1-4, p. 341-362, 1991. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(91\)90120-M](https://doi.org/10.1016/0167-8809(91)90120-M). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/016788099190120M>. Acesso em: 15 dez. 2021.

PAUPITZ, J. Elementos da estrutura fundiária e uso da terra no semiárido brasileiro. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. de, S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Org.). **Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 49-64. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Olaf-Bakke/publication/306199606_Producao_de_forragem_de_especies_herbaceas_da_Caatinga/links/5bcf0db94585152b144ee68a/Producao-de-forragem-de-especies-herbaceas-da-Caatinga.pdf#page=50. Acesso em: 19 jan. 2022.

PEN-MOURATOV, Stanislav et al. Soil microbial activity and a free-living nematode community in the playa and in the sandy biological crust of the Negev Desert. **Biology and Fertility of Soils**, v. 47, n. 4, p. 363-375, 2011.

PEREIRA, J. E. S., BARRETO-GARCIA, P. A. B., SCORIZA, R. N., JÚNIOR, O. J. S., & DE SOUZA GOMES, V. Arbuscular mycorrhizal fungi in soils of arboreal Caatinga submitted to forest management. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 1, p. 5497, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v13i1a5497>.

RAMALHO, M. F. J. L. A fragilidade ambiental do Nordeste brasileiro: o clima semiárido e as imprevisões das grandes estiagens. **Sociedade e Território**, v. 25, n. 2, p. 104-115, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/3629/2896>.

RAMOS, Y. S., PEDROSA, E. M., ROLIM, M. M., & MIRANDA, T. L. Relações entre a nematofauna e atributos físico-químicos do solo em áreas degradadas por erosão laminar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 570-578, 2010. DOI: <http://10.5239/agraria.v5i4.641>. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1190/119016964018.pdf>. Acesso em: 15 oct. 2021.

RAMOS, Y.S.; PEDROSA, E.M.R.; ROLIM, M.M.; MIRANDA, T.L. Relações entre a nematofauna e atributos físico-químicos do solo em áreas degradadas por erosão laminar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 570-578, 2010. DOI: 10.5239/agraria.v5i4.641. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1190/119016964018.pdf>. Acesso 20 fev.2022.

RIBEIRO, K.; DE SOUSA-NETO, E. R.; DE CARVALHO JUNIOR, J. A.; DE SOUSA LIMA, J. R.; MENEZES, R. S. C.; DUARTE-NETO, P. J.; OMETTO, J. P. H. Land cover changes and greenhouse gas emissions in two different soil covers in the Brazilian Caatinga. **Science of the Total Environment**, v. 571, p. 1048-1057, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.095>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969716315418?via%3Dihub>. Acesso em: 14 oct. 2021

RIEGELHAUPT, E.M. & CORNEEL, F.G. **A questão energética**. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro. 2 ed. 2010. p. 65-75.

RITZINGER, C.H.S.; FANCELLI, M.; RITZINGER, R. Nematoides: bioindicadores de sustentabilidade e mudanças edafoclimáticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 1289-1296, 2010. <https://www.scielo.br/j/rbf/a/V6kW77LBvbVNT9KZPvNsJnc/?format=pdf&lang=pt>

RODRIGUES, C. S. da. Comunidades de nematoides associadas às principais fitofisionomias do cerrado do Parque Nacional de Brasília. 2011. 67f. **Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)** - Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9771/1/2011_Cec%C3%ADliadaSilvaRodrigues.pdf. Acesso em: 16 oct. 2021.

SAMPAIO, E. V. B. Características e potencialidades. In. GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E.V.S.B.; CESTARO, L.A.; KAGEYAMA, P.Y. (Org.) **Uso sustentável e conservação dos Recursos Florestais da Caatinga**. Brasília/DF: Serviço Florestal Brasileiro, 2010, 2. ed. p. 30 – 44.

SAMPAIO, E. V. de Sá B.; DA COSTA, T. L. Estoques e Fluxos de Carbono no Semi-Árido Nordeste: Estimativas Preliminares (Stocks and Fluxes of Carbon in Semiarid Northeast Brazil: Preliminary Estimates). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 6, p. 1275-1291, 2012.

SÁ, C.S.B. de; SHIOSAKI, R.K.; SANTOS dos, A. M.; CAMPOS, M.A. S. da. Salinization causes abrupt reduction in soil nematode abundance in the Caatinga area of the Submedio San Francisco Valley, Brazilian semiarid region. **Pedobiologia**, v. 85, p. 150729, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2021.150729>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031405621000238>. Acesso em: 20 mar. 2022.

SÁNCHEZ-MORENO, S.; TALAVERA, M. Los nemátodos como indicadores ambientales en agroecosistemas. **Revista Ecosistemas**, v. 22, n. 1, p. 50-55, 2013.

SANTORUFO, L.; GESTEL, C.A.M.; ROCCO, A.; MAISTO, G. Soil invertebrates as bioindicators of urban soil quality. **Environmental Pollution**, v. 161, p. 57-63, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.09.042>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749111005719>. Acesso em: 12 ago. 2021.

SEYFFARTH, J. A.; RODRIGUES, V. Impactos da seca sobre a biodiversidade da

Caatinga. **Parcerias Estratégicas**, Brasília-DF, v. 22, n. 44, p. 41-62, jan/jun, 2017. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/845/773 . Acesso em: 18 fev. 2022.

SILVA, J. V. C.; HIRSCHFELD, M.N.; CARES, J.E.; ESTEVES, A.M. Land use, soil properties and climate variables influence the nematode communities in the Caatinga dry forest. **Applied Soil Ecology**, v. 150, p. 103474, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103474>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139319307280>. Acesso em: 17 mar. 2022.

SILVA, J.V.C.; FERRIS, H.; CARES, J.E.; ESTEVES, A.M. Effect of land use and seasonality on nematode faunal structure and ecosystem functions in the Caatinga dry forest. **European Journal of Soil Biology**, v. 103, p. 103296, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2021.103296>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1164556321000200>. Acesso em: 05 jan. 2022.

SILVA, T. S. da; CÂNDIDO, G. A.; FREIRE, E. M. X. Conceitos, percepções e estratégias para conservação de uma estação ecológica da Caatinga nordestina por populações do seu entorno. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 2, p. 23-37, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1982-45132009000200003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/SW6hcypGFvdzyZtny3bbwrQ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 sep. 2021

SILVA, J.P.F. da; SOARES, D.G.; PAREYN, F.G.C. Manejo Florestal da Caatinga: uma alternativa de desenvolvimento sustentável em projetos de assentamentos rurais do semi-árido em Pernambuco. **BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Estatística Florestal da Caatinga**. Natal, p. 6-17, 2008.

SOUTO, P. C., SOUTO, J. S., MIRANDA, J. R. P. D., SANTOS, R. V. D., & ALVES, A. R. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 151-160, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000100015>

SOUZA, B. I. D.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. D. Caatinga e desertificação. **Mercator (Fortaleza)**, v. 14, p. 131-150, 2015. DOI: <https://doi.org/10.4215/RM2015.1401.0009>

STEFANOSKI, D.C.; SANTOS, G.G.; MARCHÃO, R.L.; PETTER, F.A.; PACHECO, L.P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 12, p. 1301–1309, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013001200008> .Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/Kqq4dHBX4yfnxwWFTpqBVzb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 5 oct. 2021.

TABARELLI, M. et al. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 25-29, 2018. DOI: 10.4215/RM2015.1401. 0009.

TOMAZINI, M.D.; FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Estrutura Trófica e Índices de Maturidade de Comunidades de Nematóides em Áreas Contíguas de Vegetação Natural e Submetidas a Diferentes Tipos de Uso Agrícola. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 32, n. 3, p. 220-230, set/2008b. Disponível em: https://nematologia.com.br/files/revnb/32_3.pdf. Acesso em: 8 oct. 2021.

VICENTE, T.F.S. da; MONTENEGRO, A.A.A de; PEDROSA, E.M.R.; FONTES JUNIOR, R.V.P. de; SILVA, J.S. da; TAVARES, U.E. Community structure and spatial variability of soil nematodes in an alluvial soil in a semiarid region of Pernambuco state, Brazil. *Nematoda*. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/nematoda.08015>. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Elvira->

[Pedrosa/publication/287157843_Community_structure_and_spatial_variability_of_soil_nematodes_in_an_alluvial_soil_in_a_semiarid_region_of_Pernambuco_state_Brazil/links/56a0fdd208ae2afab8827e81/Community-structure-and-spatial-variability-of-soil-nematodes-in-an-alluvial-soil-in-a-semiarid-region-of-Pernambuco-state-Brazil.pdf](https://pedrosa/publication/287157843_Community_structure_and_spatial_variability_of_soil_nematodes_in_an_alluvial_soil_in_a_semiarid_region_of_Pernambuco_state_Brazil/links/56a0fdd208ae2afab8827e81/Community-structure-and-spatial-variability-of-soil-nematodes-in-an-alluvial-soil-in-a-semiarid-region-of-Pernambuco-state-Brazil.pdf). Acesso em: 20 out. 2021.

WASILEWSKA, L. The effect of age of meadows on succession and diversity in soil nematode communities. **Pedobiologia**, v. 38, p. 1 -11. 1994. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-effect-of-age-of-meadows-on-succession-and-in-Wasilewska/2d4edda54ec553517fa20f26c459083efb834e7b>. Acesso em: 12 nov. 2021.

YEATES, G.W.; FERRIS, H.; MOENS, T.; VAN DER PUTTEN, W.H. (1-44) 2009. The role of nematodes in ecosystems. In: MICHAEL, J.W.; KAKOULI-DUARTE, T. **Nematodes as environmental indicators**. UK: CABI, 2009. p. 1-44. *E-book*.

YEATES, G. W. Nematodes as soil indicators: functional and biodiversity aspects. **Biology and Fertility of soils**, v. 37, n. 4, p. 199-210, 2003.

YEATES, G. W. Modification and qualification of the nematode maturity index. *Pedologia*, v. 38, n. 2, p. 97 – 101. 1994.

YEATES, G. W.; BONGERS, T.; De GOEDE, R. G. M; FRECKMAN, D. W.; GEORGIEVA, D. W. Feeding habits in soil nematode families and genera – an outline for soil ecologists. **Journal of Nematology**, v. 25, n. 3, p. 315- 331, sep/1993. PMID: 19279775; PMCID: PMC2619405. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2619405/>. Acesso em: 15 sep. 2021

YEATES, G. W[†]; BONGERS, T. Nematode diversity in agroecosystems. In: **Invertebrate biodiversity as bioindicators of sustainable landscapes**. Elsevier, 1999. p. 113-135. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-50019-9.50010-8>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444500199500108>

YEATES, G. W. How plants affect nematodes. In: **Advances in ecological research**. Academic Press, 1987. p. 61-113.

YIN, H. et al. Crop tree release increased the density of soil nematodes and improved the food web structure. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 51, n. 1, p. 101-110, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0236>. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/cjfr-2020-0236>. Acesso em: 20 out. 2021.

ZHANG, X. et al. Community composition, diversity and metabolic footprints of soil nematodes in differently-aged temperate forests. **Soil biology and biochemistry**, v. 80, p. 118-126, 2015.
ZEPPILLI, D. et al. Is the meiofauna a good indicator for climate change and anthropogenic impacts? **Marine Biodiversity**, v. 45, n. 3, p. 505-535, 2015.

ZHOU, L.; DING, M. Soil microbial characteristics as bioindicators of soil health. **Biodiversity Science**, v. 15, n. 2, p. 162, 2007. DOI: [10.1360/biodiv.060290](https://doi.org/10.1360/biodiv.060290). Disponível em: <https://www.biodiversity-science.net/EN/Y2007/V15/I2/162>.

CAPÍTULO II

NEMATOFAUNA COMO BIOINDICADOR EM DIFERENTES USOS DA TERRA NA CAATINGA

M. D. M. Alfaro¹, E. M. R. Pedrosa^{1*}, T. F. S. Vicente¹, M. M. Rolim¹

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia Agrícola, Brasil.

* Autora para correspondência: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia Agrícola, Dois Irmãos, Recife, PE, CEP: 52171-900, Brasil; Fone: 558110 33206212; E-mail: elvira.pedrosa@ufrpe.br

RESUMO

A conservação da Caatinga é fundamental para manutenção de padrões climáticos, disponibilidade de água potável, qualidade do solo, agricultura e biodiversidade. O objetivo deste estudo foi utilizar as comunidades de nematoides como bioindicadores do efeito do uso e manejo do solo na Caatinga, bem como a relação com os atributos físicos e químicos do solo. Foram estudadas cinco áreas associadas a diferentes usos da terra: mata nativa, pastagem, sem cultivo (arada), eucalipto e mata ciliar (às margens do Rio Brígida) no município de Parnamirim-PE. A coleta das amostras foi realizada em duas épocas (chuvosa e seca), em transectos, na profundidade de 0 a 30 cm. As análises físicas e químicas do solo consistiram em densidade de partículas, densidade do solo, análise granulométrica, umidade do solo, porosidade total, conteúdo de carbono, condutividade elétrica, matéria orgânica e potencial hidrogeniônico. Os nematoides contidos em cada amostra foram enumerados, identificados e classificando de acordo com os grupos tróficos. Posteriormente foram calculados: a abundância total e relativa, índices de maturidade (IM e IM 2-5) e os índices ecológicos: índice de canal, índice basal, índice de enriquecimento e índice de estrutura. Os dados foram submetidos a análise de variância e análise canônica. Quatro taxa *Acrobeles* e *Rhabditidae* (bacteriófagos), *Helicotylenchus* e *Tylenchorhynchus* (parasitos de planta) estiveram presentes nas cinco áreas estudadas em ambos os períodos (seco e chuvoso). Em todas as áreas e períodos, os nematoides parasitos de planta foram dominantes, com destaque para *Tylenchorhynchus*, especialmente no período seco, indicando distúrbios nas áreas estudadas e maior assimilação de recursos decorrente dos canais de bacteriófagos. Embora a disponibilidade de água no solo, devido às estações secas e chuvosas, tenha afetado a estrutura

da comunidade de nematoides, o efeito variou com o uso e manejo do solo, com diminuição do grau de distúrbio na mata nativa, mata ciliar e plantio de eucalipto no período chuvoso, devido à condição mais enriquecida e estruturada do solo. A umidade, o pH e a matéria orgânica foram as variáveis do solo que mais influenciaram os nematoides e possivelmente vegetação. Os resultados corroboram a maior diversidade e maturidade das comunidades de nematoides em ecossistemas mais conservados, como também o alto grau de distúrbio e a fragilidade dos solos da Caatinga, inclusive na mata nativa.

Palavras-chave: Bioindicadores, nematofauna, qualidade de solo, semiárido

ABSTRACT

NEMATODE COMMUNITY AS BIOINDICATORS IN DIFFERENTE LAND USE IN THE CAATINGA

The conservation of the Caatinga is essential for maintaining climatic patterns, drinking water availability, soil quality, agriculture, and biodiversity. The objective of this study was to use nematode communities as bioindicators of the effect of land use and management in the Caatinga, as well as the relationship with soil physical and chemical attributes. Five areas associated with different land uses were studied: native forest, pasture, area without cultivation (plough), eucalyptus and riparian forest (on the banks of the River Brígida) in the municipality of Parnamirim-PE, Brazil. Samples were collected in the rainy and dry seasons, in transects, at a depth of 0 to 30 cm. Soil physical and chemical analyzes consisted of particle density, soil density, granulometric analysis, soil moisture, total porosity, carbon content, electrical conductivity, organic matter and hydrogenion potential. Nematodes of each sample were counted, identified, and classified according to trophic groups. Total and relative abundance, maturity indices (IM and IM 2-5) and the ecological indices, channel index, basal index, enrichment index and structure index, were calculated. Data were subjected to analysis of variance and canonical analysis. Four taxa *Acrobeles* and *Rhabditidae* (bacterivorous), *Helicotylenchus* and *Tylenchorhynchus* (plant-parasite) were assigned in the five areas in both rainy and dry seasons. In all areas and periods, plant parasitic nematodes were dominant, stand out *Tylenchorhynchus*, mainly in the dry season, indicating high disturbances in the areas studied and a main resource assimilation through bacteriophage channels. Although the water

availability in soil, in response to dry and rainy periods, affected nematode community structure, the effect varied with the use and management of the soil, decreasing degree in disturbance in the native forest, riparian forest and eucalyptus plantations in the rainy season, indicating a more enriched and structured soil condition. Moisture, pH and organic matter were the soil variables that most influenced nematodes and possibly vegetation. The results corroborate the higher diversity and maturity of nematode communities in more conserved ecosystems, as well as the high degree of disturbance fragility of the Caatinga soils, even in the native forest.

Keywords: Bioindicators, nematode community, soil quality, semiarid scrub forest

1. INTRODUÇÃO

O solo é um recurso chave para o desenvolvimento, base da segurança alimentar e cumpre um papel fundamental nos ecossistemas e ciclos de nutrientes. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2015), os solos são fundamentais para a vida e seu manejo cuidadoso é essencial na agricultura sustentável, na regulamentação climática, e na salvaguarda dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade.

No entanto, a erosão e degradação dos solos são problemas mundiais, que causam grandes transtornos no Brasil (GUERRA; JORGE, 2021). As atividades humanas e as mudanças afins ao uso da terra são a principal causa da degradação e erosão acelerada do solo e, quase sempre, a grande maioria das terras degradadas inicia com o processo de desmatamento, seguido da ocupação desordenada (BORRELLI et al., 2017).

No nordeste brasileiro, na região do semiárido, o bioma Caatinga é considerado um dos principais biomas brasileiros, com potencial para o desenvolvimento (GARIGLIO et al., 2010). O problema maior da Caatinga e sua biodiversidade não corresponde às secas ou às mudanças climáticas, mas ao processo de desertificação, que tem degradado os solos, os recursos hídricos e a biodiversidade do bioma (SEYFFARTH; RODRIGUES, 2017).

O manejo do solo é uma prática ou conjunto de práticas indispensáveis ao bom desenvolvimento das culturas. Quando o solo é mal manejado, há consequências negativas sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas, resultando no processo de degradação do solo, podendo chegar à desertificação (MELO et al., 2019; STEFANOSKI et al., 2013).

O conceito de saúde ou de qualidade do solo está relacionado à capacidade de funcionamento do solo para fornecer importantes serviços ambientais, como: manter a capacidade de produção biológica, promover a saúde das pessoas, plantas e animais e de preservar a qualidade ambiental, sendo avaliada pelo uso de indicadores físicos, químicos e biológicos (ARAUJO; MONTEIRO, 2007; MENDES et al., 2018).

Segundo Neher (2001), o estado atual dos processos ecológicos vitais nos solos e as mudanças nos processos no decorrer do tempo podem ser avaliados mediante indicadores bióticos da saúde ou condição ecológica do solo. Nesse sentido, para estudos do solo existe uma gama diversificada de bioindicadores, na qual os nematoides têm se mostrado úteis como indicadores de muitos processos de contaminação e degradação do ecossistema (WASILEWSKA, 1994), devido à abundância, diversidade e rápida resposta à toxicidade e distúrbios ambientais (RITZINGER et al., 2010).

Dessa forma, têm sido desenvolvidos diferentes índices para avaliação das condições ecológicas, baseados em nematoides, um dos grupos de metazoários mais abundantes e ricos em espécies do planeta (BONGERS, 1990; BONGERS; BONGERS, 1998; FERRIS; BONGERS; GOEDE, 2001; YEATES et al., 2009, SCHENK et al., 2020). As comunidades podem ser avaliadas mediante a abundância e diversidade (RITZINGER et al., 2010); a estratégia de vida que classifica os nematoides em colonizadores (estrategista *r*) e persistentes (estrategistas *k*) numa escala (escala c-p) de 1 a 5 (BONGERS, 1990); os indicadores de sucessão ecológica ou distúrbios como o índice de maturidade (IM), o índice de maturidade modificado (IMm) e de parasitos de plantas (IPP) (WASILEWSKA, 1994; YEATES, 1994; BONGERS; BONGERS, 1998); a estrutura trófica onde são considerados: bacterívoros, fungívoros, parasitas de plantas superiores, predadores e onívoros (FERRIS; FERRIS, 1974; YEATES et al., 1993), as vias de decomposição da matéria orgânica (WASILEWSKA, 1994, TOMAZINI; FERRAZ; MONTEIRO, 2008b) e os índices da rede trófica como o índice de enriquecimento (IE), índice de canal (IC), índice de estrutura (IS), índice basal (IB) (FERRIS et al., 2001; SÁNCHEZ-MORENO; TALAVERA, 2013)

As comunidades de nematoides têm sido utilizadas como bioindicadoras do efeito de diferentes usos e manejo do solo na região do nordeste em áreas da Caatinga (CAIXETA, 2015; LEITÃO, 2015; VICENTE et al., 2015; LIMA et al., 2017; BATISTA, 2019; SILVA et al., 2020; SILVA et al., 2021). O entendimento e monitoramento dos efeitos do manejo e uso do solo na biodiversidade é fundamental para o estabelecimento de práticas sustentáveis de manejo; no entanto, pouca ainda se conhece sobre a relação entre as comunidades de nematoides como bioindicadores em regiões semiáridas. As diferentes análises se realizaram com o intuito de

conhecer as relações entre a estrutura, composição, índices ecológicos e atividade metabólica das comunidades de nematoides, com as propriedades físicas e químicas dos solos presentes em cinco tipos de uso da terra na área da Caatinga no Nordeste pernambucano, em duas épocas (chuvosa e seca).

Desta maneira, com o presente trabalho, objetivou-se a avaliação de dados sobre a qualidade física e química e sua relação com os impactos gerados pelo manejo do solo em diferentes sistemas de uso do solo na caatinga, por meio de indicadores baseados nas comunidades de nematoides, contribuindo para incremento de informações disponíveis em áreas com vegetação original em comparação com outras submetidas a distúrbios.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Áreas de estudo e amostragem

A coleta de amostras foi realizada na Estação da Agricultura Irrigada da Universidade Federal Rural de Pernambuco (EAIP/UFRPE), localizada no município de Parnamirim (coordenadas 08° 04' 22" S e 39° 34' 43" W), região do Sertão Central de Pernambuco. A Estação encontra-se localizada nas proximidades do Rio Brígida, Bacia hidrográfica do Rio Brígida. A coleta de amostras foi efetuada em cinco áreas com diferentes sistemas de manejo (usos da terra): mata nativa, pastagem, sem cultivo, eucalipto e mata ciliar.

Para as análises físicas e químicas do solo e nematológicas, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Mecânica dos Solos e Resíduos e Laboratório de Água e Solo (Departamento de Engenharia Agrícola) e ao Laboratório de Fitonematologia (Departamento de Agronomia) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus Recife-PE.

O clima da área estudada é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão, BSw^h, segundo a classificação de Köppen (NETO, 2013). O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril; a precipitação média anual é de 431,8 mm, com fisiografia caracterizada por uma superfície de pediplanacão bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortado por vales estreitos, com vertentes dissecadas; inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja (MASCARENHAS et al., 2005). A vegetação é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifolia (MASCARENHAS et al., 2005).

As amostras do solo foram coletadas nas cinco áreas e em duas épocas (junho de 2019 “período seco” / janeiro de 2020 “período chuvoso”) de pontos delimitados em transeptos de 680 e 90 m. O transepto maior (680 m) seguiu a partir da mata nativa (como testemunha da área

sem perturbação por práticas agrícolas), passando pela área de pastagem (capim buffel, *Cenchrus ciliaris* L.), área sem cultivo (arada), passando pela área em reflorestamento com eucalipto (*Eucalyptus* sp.), até as margens do Rio Brígida, onde se encontra com a área de mata ciliar. Os transeptos menores (90 metros) foram montados perpendicularmente ao transepto maior em cada uma das cinco áreas, para maior representatividade. No total foram demarcados 109 pontos, com espaçamento de 10 m, com auxílio de uma trena, devidamente identificados e georreferenciados com GPS. Foram realizadas duas amostragens, na profundidade de 0,10-0,30 m, totalizando 109 amostras de solo por época.

As amostras de solo deformadas (aproximadamente 1 kg de solo por ponto) foram coletadas com o auxílio de um enxadeco e armazenadas em sacos plásticos transparentes e identificadas para realização das análises físicas, químicas e nematológicas. As amostras de solo indeformadas foram coletadas com o auxílio do trado de Uhland modificado e foram armazenadas em cápsulas de alumínio de volume 100 cm³ (5 cm de diâmetro × 5 cm de altura), hermeticamente vedadas em filme de PVC visando manter a umidade local.

2.2. Análises físicas e químicas do solo

As amostras foram submetidas à fragmentação manual, seguida de secagem ao ar livre e sombra; separação das frações por peneiramento, obtendo-se calhaus, cascalhos e terra fina seca ao ar (TFSA), assim como a separação de partes vegetais. Posteriormente, as amostras foram encaminhadas para realização das análises físicas e químicas de acordo com as especificações de EMBRAPA (2011).

A densidade de partículas (g/cm³) foi determinada pelo método do balão volumétrico de 50 ml, que consiste na titulação de 20 g de solo seco (TFSE) em estufa a 105 °C com álcool etílico, como fluido para determinação do volume ocupado pelas partículas.

A densidade dos solos ou aparente (g/cm³) foi determinada pelo método do anel volumétrico com uso de amostras indeformadas, coletadas nas áreas de estudo, em cápsulas metálicas, embaladas com filme de PVC para a preservação da umidade.

A porosidade total (%) foi calculada de forma indireta a partir da relação entre a densidade de partículas (Dp) e a densidade do solo (Ds).

A umidade foi calculada a partir do conteúdo de água do solo das amostras nas condições da coleta, transportadas em embalagem impermeável e vedada, pesando-as antes e depois de serem colocadas em estufa com temperatura de 105 °C por 24 horas.

A análise granulométrica foi determinada pelo método do densímetro (dispersão total) de Bouyucos, fundamentado no princípio da dispersão mecânica e estabilização da amostra por meio de agitador em uma dispersante, seguido da separação das frações por peneiramento e sedimentação, e medição das frações por pesagem após secagem. Adicionou-se 25 ml de hexametáfosfato de sódio como dispersante químico e com o auxílio do agitador mecânico por 15 minutos (dispersante mecânico) foram determinadas as proporções areia, silte e argila.

A condutividade elétrica (CE) foi determinada por leitura do extrato de saturação extraído de cada amostra de solo com um condutímetro (HANNA-HI 9835). Para a obtenção do extrato de saturação cada amostra foi seca, desterrada, peneirada com malha de 2 mm para obtenção da TFSA. Após as amostras serem peneiradas, pesou-se 300 g de cada amostra, adicionou-se água destilada, amassando com uma espátula de aço inoxidável, acrescentando água até a pasta apresentar aspecto brilhante ou espelhado, deixando em repouso por 24 horas. Em seguida, a pasta satura foi levada a um funil de Buckner com papel filtro e adaptada a um kitasato de 500 ml, acoplados a uma bomba a vácuo, extraindo assim, a solução aquosa.

A determinação do carbono orgânico (CO) foi desenvolvida pela metodologia de Yeomans e Bremner (1988) em solo por via úmida pela oxidação com dicromato de potássio em meio sulfúrico, onde apenas aquele proveniente de materiais orgânicos facilmente oxidáveis ou decomponíveis é quantificado. A percentagem de matéria orgânica (MO) foi calculada multiplicando-se o resultado do CO por 1,724, fator empregado em virtude de se admitir que, na composição média do húmus, o C participa com 58%.

2.3. Análises nematológicas

Para a identificação e determinação da população de nematoides, as amostras foram avaliadas no Laboratório de Fitonematologia da UFRPE e processadas a partir de alíquotas de 300 cm³ de solo pelo método de flotação centrífuga em solução de sacarose para clarificar as amostras (JENKINS, 1964). As suspensões foram mantidas sob refrigeração (4-6 °C). A estimativa populacional e identificação em nível de gênero se realizou em lâminas de Peters, sob microscópio óptico, em duas repetições. Os resultados foram computados em número de indivíduos por 300 cm³ de solo. A identificação em nível de gênero, família ou ordem se realizou utilizando o sistema de classificação proposto por May et al. (1996) para os nematoides parasitos.

2.4. Descrição da comunidade de nematoides

Segundo as características taxonômicas e parâmetros ecológicos, as comunidades de nematoides foram analisadas em função de:

Abundância dos nematoides, expressa pelo número total de indivíduos por amostra de solo seco, e abundância relativa, calculada pela porcentagem de cada gênero sobre a abundância total.

Função trófica, com base na abundância relativa dos cinco grupos tróficos de acordo com o hábito alimentar dos nematoides: bacteriófagos (BF), micófitos (FF), onívoros (ON), predadores (PR) e parasitas de plantas (PP). Posteriormente, os nematoides foram classificados em guildas funcionais, que combinam os hábitos alimentares e os cinco grupos colonizadores-persistentes (c-p), que variam numa escala de 1 a 5 (BONGERS, 1990; BONGERS; BONGERS, 1998).

Padrão de decomposição da matéria orgânica, pela razão bacteriófagos/micófitos (BF/FF) (FRECKMAN; ETTEMA, 1993) e (bacteriófagos + micófitos) /fitoparasitas (FF+BF) /PP (WASILEUSKA, 1994).

Distúrbio, pelo emprego de diferentes índices ecológicos de nematoides: Índice de maturidade (IM) (BONGERS, 1990; PORANZINSKA et al., 1999), índice de maturidade modificado IM (2-5) (BONGERS; KORTHALS, 1993), índice de parasito de plantas (IPP) (BONGERS, 1990). Os índices da rede trófica: índice basal (IB), índice de estrutura (IS), índice de enriquecimento (IE) e o índice de canal (IC) foram calculados de acordo com Ferris et al. (2001). Os cálculos dos diferentes índices foram coadjuvados com o programa NINJA.

2.5. Análise de dados

Realizou-se uma análise estatística descritiva para avaliar a influência dos usos da terra nas densidades de nematoides, baseada na avaliação das medidas de tendência central e dispersão e da aderência a distribuição normal para as propriedades físicas e químicas do solo (LEITÃO, 2015), segundo o teste de Shapiro Wilks (modificado) ao nível de 5% de significância. A análise de variância (ANOVA) foi realizada para os dados das propriedades físicas e químicas do solo, junto aos índices para descrição das comunidades e, posteriormente, quando foi o caso, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a análise multivariada foram selecionados dois grupos de variáveis: variáveis biológicas (abundância de gêneros de nematoides) e variáveis físicas e químicas do solo (densidade de partículas, densidade do solo, porosidade, umidade; pH, conteúdo de carbono,

matéria orgânica, condutividade elétrica). Foi realizada análise de correlação de Pearson entre as diferentes variáveis. Para a construção dos clusters foram utilizados os grupos tróficos identificados nas cinco áreas nas duas épocas de coleta. Para correlacionar simultaneamente a matriz de abundância de espécies por amostra e a matriz correspondente de variáveis ambientais (solo) realizou-se análise de gradientes mista (FIGUEIRA, 2008). Para a análise de correlação canônica (ACC) usou-se o programa R versão 4.0.3 (R Core Team 2020).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição, diversidade e características da estrutura das comunidades de nematoides

3.1.1. Diversidade e abundância

Com referência à diversidade (Tabela 1), o número total de taxas identificadas nas cinco áreas e nas duas épocas de coleta foi de 38, que incluem 34 gêneros e quatro famílias, sendo que nem todos ocorreram em ambas épocas ou áreas de amostragem. No período chuvoso foram identificados 35 taxa de nematoides, que incluem 31 gêneros e quatro famílias. No período seco 25 taxa, com 23 gêneros e duas famílias. Em estudos anteriores o número de taxas também foi menor no período seco (TOMAZINI; FERRAZ; MONTEIRO, 2008; BATISTA, 2019).

Observa-se que alguns taxa foram comuns a todas as áreas (Tabela 1). Destaca-se que 4 taxas: *Acrobeles* e *Rhabditidae* (bacteriófagos), *Helicotylenchus* e *Tylenchorhynchus* (parasitas de plantas) estiveram presentes nas cinco áreas e nas duas épocas (seca e chuvosa). No caso do gênero *Acrobeles*, os juvenis poderiam tolerar condições ambientais desafiadoras que afetam a dinâmica populacional (AMINISARTESHNIZI, 2021), o que pode explicar a ampla presença. No estudo de Gomes et al. (2003), *Helicotylenchus* também sobreviveu abundantemente em ampla gama de umidade do solo, enquanto a população de *Acrobeles* foi maior em solos úmidos. Vicente et al. (2016) também observaram que *Acrobeles*, *Rhabditidae*, *Helicotylenchus* e *Tylenchorhynchus* estiveram de forma abundante em diferentes períodos do cultivo de cana-de-açúcar.

De forma similar, o bacteriófago *Prismatolaimus* foi identificado em todas as áreas e épocas, com exceção da área sem cultivo no período seco; *Aphelenchoides* (micófago) esteve presente nas cinco áreas na época chuvosa, mas não foi identificado nas áreas sem cultivo, eucalipto e mata ciliar no período seco; *Aphelenchus* (micófago) esteve presente em todas as áreas, mas restrito na área de eucalipto no período seco; *Eudorylaimus* (onívoro) não se apresentou no período seco em nenhuma área, mas foi encontrado na mata nativa, pastagem, eucalipto e mata ciliar no

período chuvoso; *Dorylaimus* (onívoro) foi encontrado nas cinco áreas, mas só no período chuvoso; e *Xiphinema* (parasito de planta) somente não foi identificado na área sem cultivo durante o período seco. *Pratylenchus* foi detectado em todas as áreas na época chuvosa, ficando restrito à mata nativa e eucalipto no período seco, corroborando a maior população desse parasito em solos úmidos relatada por Gomes et al. (2003).

Alguns taxa de nematoides foram restritos a determinadas áreas de estudo: *Desmolaimus* (bacteriófago) foi encontrado excepcionalmente na área de pastagem durante o período seco; *Dorylaimoides* (micófago) em pastagem e eucalipto no período chuvoso; *Diploscapter* (bacteriófago) em eucalipto no período chuvoso; *Criconemoides* (parasito de planta) em eucalipto e mata ciliar; *Hoplolaimus* (parasito de plantas) em mata nativa e mata ciliar (período seco) e *Meloidogyne* (parasito de planta) também na mata ciliar no período chuvoso.

Os gêneros e taxa restritos à mata nativa que se apresentaram durante o período chuvoso foram: *Eucephalobus* (bacteriófago), *Monochidae* e *Mononchus* (Predadores). Adicionalmente, *Laimydorus* (onívoro) foi detectado somente na mata nativa e pastagem para o período chuvoso.

Na mata nativa foram identificados 27 taxa no período chuvoso e 11 no período seco (Tabela 1), tendo que em áreas não cultivadas é provável que muitas espécies de nematoides estejam presentes (FERRIS; FERRIS, 1974). Também se destaca no período chuvoso maior dominância de bacteriófagos (40,40%), seguido pelos parasitos de plantas (35,58%), mas os nematoides de vida livre foram amplamente dominantes (64,42%) neste período. De forma oposta, no período seco, o percentual de nematoides de vida livre decresceu (26,09%), embora com dominância de bacteriófagos (18,76%), com crescimento populacional dos parasitos de planta (73,91%). Os nematoides predadores foram detectados somente no período chuvoso com uma baixa dominância (1,53%).

Dentre os nematoides de vida livre, destacaram-se no período chuvoso os bacteriófagos, *Rhabditidae* (11,38%), *Cephalobidae* (7,47%), *Acrobeles* (7,33%) e *Desmoscolex* (6,43%), e micófagos, como *Aphelenchus* (9,27%). Entre os parasitos de plantas, *Ditylenchus* (14,08%) e *Tylenchorhynchus* (14,57%) foram mais dominantes. No período seco, os bacteriófagos *Acrobeles* (8,02%) e *Rhabditidae* (9,67%) e o parasito de planta *Tylenchorhynchus* (70,75%) foram dominantes na mata nativa.

Na pastagem 26 taxa foram identificados no período chuvoso e 21 no período seco. Os grupos dos nematoides parasitos de plantas foram dominantes nas épocas chuvosa e seca (62,41 e 58,82 %, respetivamente), e entre os nematoides de vida livre, os bacteriófagos ultrapassaram os demais grupos com 27,98% no período chuvoso e 34,96% no período seco. Em geral, monoculturas tendem a favorecer certos gêneros ou mesmo espécies de nematoides parasitos de planta, que se tornam mais abundantes quando da transformação de ecossistemas naturais em agroecossistemas

(FERRIS; FERRIS, 1974). Entre os parasitos de plantas houve maior dominância de *Helicotylenchus* (9,63%), *Tylenchorhynchus* (26,38%) e *Pratylenchus* (19,61%) no período chuvoso e *Helicotylenchus* (20,96%), *Rotylenchulus* (20,13%) e *Tylenchorhynchus* (11,45%) no período seco. Estes resultados corroboram a dominância dos parasitos de plantas em monoculturas (FERRIS; FERRIS, 1974; TOMAZINI et al., 2008).

Na área sem cultivo, no período chuvoso, os nematoides de vida livre foram dominantes (59,66%) seguidos dos parasitos de plantas (40,34%); enquanto no período seco os parasitos se consolidaram como dominantes (74,03%) sobre os de vida livre (25,97%). O número de taxa encontrado no período chuvoso foi 18, diminuindo para 9 no período seco. No período chuvoso os bacteriófagos foram dominantes (45,08%).

A área de eucalipto apresentou proximidade entre a dominância do grupo dos nematoides de vida livre e os parasitos de plantas para ambos os períodos. O grupo de vida livre apresentou dominâncias de 48,88 e 49,90% no período seco e chuvoso, respectivamente; e os parasitos de planta 51,12 e 50,10% para ambos os períodos. O número de taxa foi maior (26) o período chuvoso se comparado ao período seco (14). *Tylenchorhynchus* foi o táxon dominante no período chuvoso (31,99%) e seco (42,98%).

Na mata ciliar os parasitos de planta mostraram as maiores dominâncias nas épocas chuvosa e seca (51,74 e 64,37%, respectivamente), com destaque para *Tylenchorhynchus* (34,81 e 54,24%, período chuvoso e seco, respectivamente). Entre os de vida livre destacaram-se os bacteriófagos (40,44% no período chuvoso e 32,21% na época seca), com destaque para *Acrobeles* (13,68 e 20,60%) e *Rhabditis* (7,62 e 13,96%) no período chuvoso e seco. Diferentes estudos mostraram que os nutrientes do solo estão correlacionados com a quantidade ou composição de bactérias, fungos e actinomicetes no solo, em geral, maior proporção de bactérias do solo indica melhor qualidade do solo e maior teor de nutrientes (ZHOU; DING, 2007).

Entre os nematoides parasitos de plantas, *Tylenchorhynchus* apresentou valores de dominância altos em todas as áreas e períodos, seguido de *Helicotylenchus* que se destacou na área de pastagem, sem cultivo e mata ciliar. Além de parasitos de planta, as áreas de pastagem, sem cultivo, eucalipto e mata ciliar apresentaram dominância de dois grupos de bacteriófagos (*Acrobeles* e *Rhabditidae*). Além dos taxa citados, *Cephalobidae* e *Desmoscolex* (bacteriófagos), *Aphelenchus* (micófago) e *Ditylenchus* (parasito de planta) também se destacaram na mata nativa, confirmando que indicam que mesmo com menor abundância, a mata representa um ambiente mais estável e menos sujeito a grandes oscilações nos níveis populacionais que os demais sistemas (TOMAZINI et al., 2008). A relativa abundância de nematoides de alimentação por fungos e bactérias pode ser um indicador sensível de mudanças no manejo (YEATES; BONGERS, 1999; LIANG et al., 2005).

Pratylenchus e *Rotylenchulus* (parasitas) se mostraram como dominantes somente na área de Pastagem.

3.1.1 Função Trófica

De acordo como o tipo de alimentação, observa-se os bacteriófagos são predominantes no período seco nas cinco áreas sujeitas a diferentes manejos do solo. Mas no período chuvoso, as parasitas de plantas predominam na mata ciliar e pastagem (Tabela 2).

Na Tabela 3 detalha-se a classificação percentual das categorias colonizador-persistentes, que é baseada no ciclo de vida dos nematoides. Os nematoides do grupo cp-2 são o grupo majoritário em todas as áreas e coletas, com exceção da área sem cultivo no período seco, onde predomina o grupo cp-1, considerados oportunistas do enriquecimento, com ciclos de vida curtos e encontrados frequentemente em ambientes perturbados (BONGERS, 1990). O grupo cp-2 se caracteriza por ter curto tempo de geração e alta taxa de reprodução, ocorrem em diferentes condições, e são tolerantes a poluentes e outros distúrbios.

3.1.2 Índices de sucessão ecológica ou distúrbio

A Tabela 4 mostra os valores do IM, IM 2-5 e o IPP. O IM indica a estabilidade e o grau de distúrbio do ecossistema, valores acima de 1 e abaixo de 3 indicam que o ecossistema está seriamente enriquecido/perturbado, e valores acima de 3 representam que o ambiente do solo apresenta relativa estabilidade ou preservação (BONGERS, 1999). Na Tabela 3, para o período seco, o IM variou entre 1,29 (sem cultivo) a 2,05 (mata nativa); enquanto o IM 2-5 variou de 2,26 (mata ciliar) a 3,17 (sem cultivo). No período chuvoso o IM variou de 1,85 (sem cultivo) a 2,30 (eucalipto). Sánchez-Moreno e Talavera (2013) mencionam que solos com maiores valores de IM apresentam maiores contribuições dos nematoides mais sensíveis às perturbações. O IPP aumentou no período chuvoso em todas as áreas, com exceção da mata ciliar. Tomazini et al. (2008b) encontraram que os parasitos de plantas constituíram o grupo trófico prevalente em todos os sistemas avaliados (mata natural preservada e de culturas perenes e anuais).

Bongers (1990) classifica os níveis de perturbação variando o valor de IM de menos de 2 em ambientes com elevada perturbação até 4 em ambientes mais estáveis. Desta forma, destaca-se que durante o período chuvoso houve um acréscimo do valor do IM para todas as áreas, ainda que todos os valores sejam baixos. Durante o período seco, a mata nativa se mostrou

como a mais estável, enquanto no período chuvoso, a área de eucalipto apresentou maior estabilidade.

3.1.3 Índices de rede trófica

No período seco, os maiores IE corresponderam as áreas de pastagem e sem cultivo, o que pode ter relação com aportes de fertilizantes (SÁNCHEZ-MORENO; TALAVERA, 2013) (Tabela 5). Na época chuvosa o maior valor de IE foi da área sem cultivo, enquanto o IS, mostrou maior valor na área sem cultivo no período seco; mas no período chuvoso, os maiores valores de IS ocorreram na mata nativa e mata ciliar. É comum que sistemas agrícolas com culturas lenhosas e manejo ecológico apresentem uma boa condição da rede trófica, ainda que os valores do IS sejam menores que os encontrados em solos naturais (SÁNCHEZ-MORENO; TALAVERA, 2013). Em geral, os agroecossistemas apresentem baixos valores do IE dado que o manejo agrícola afeta em primeiro lugar aos organismos mais sensíveis, como predadores e onívoros, o que aumenta o grau de perturbação (SÁNCHEZ-MORENO; TALAVERA, 2013).

A combinação dos valores do IE e IS caracterizou a condição da cadeia alimentar do solo (Figura 1). Observa-se que as comunidades de nematoides do período seco se localizam no quadrante A, que se caracteriza por distúrbios, enriquecida de nitrogênio, baixa disponibilidade de C:N, canal de decomposição de origem bacteriana, condição de enriquecida e não estruturada (FERRIS et al., 2001). Enquanto as comunidades do período chuvoso se encontram distribuídas nos quadrantes A (sem cultivo e pastagem), B (mata nativa e mata ciliar) e C (eucalipto). O quadrante B se caracteriza por grau de distúrbio baixo a moderado, enriquecido de nitrogênio, relação C:N baixa e canal de decomposição balanceado, indicando condição de solo enriquecida e estruturada.

O sistema de pastagem apresenta a menor proporção de areia e os maiores teores de silte e argila (Tabela 6). De acordo a classificação textural, a mata nativa e a mata ciliar correspondem a classe Franco Argilo Arenosa, diferenciando-se da área sem cultivo (Franco Siltosa) e de eucalipto (Franco Arenosa). A textura do solo afeta o movimento, alimentação e reprodução dos nematoides, afetando a diversidade da nematofauna. Por exemplo, nematoides predadores *Mononchida* por serem relativamente grandes são considerados mais comuns em solos de textura mais aberta (YEATES; BONGERS, 1999); contudo, há outros efeitos do manejo solo e consequentemente nos nematoides. Yeates e Bongers (1999) mencionam que a textura do solo dos agroecossistemas, a umidade do solo e a disponibilidade de alimentos

adequados são fundamentais para determinar a diversidade, mas, parece que em alguns ecossistemas o regime de umidade do solo afeta o impacto da textura sobre a nematofauna.

A Tabela 7 apresenta os atributos físicos e químicos do solo das cinco áreas estudadas. A área de pastagem mostrou os maiores teores de CO e MO. Contudo, Mendes et al. (2018) relatam que nem sempre as alterações nas propriedades químicas, em particular os teores de MO, são capazes de identificar as modificações que ocorrem no solo em função da adoção de manejos conservacionistas. A diversidade taxonômica pode diferir em profundidade, refletindo fertilidade, umidade, textura e resistência ao enraizamento de camadas sucessivas de solo que são integradas no padrão de enraizamento das espécies vegetais (YEATES; BONGERS, 1999).

3.2 Relação entre a nematofauna e as propriedades do solo

Na Análise de Componentes Canônica (Figuras 2 e 3), os eixos 1 e 2 apresentam as variáveis do solo (com setas): densidade de partículas, densidade do solo, umidade total, porosidade total, carbono orgânico, matéria orgânica, condutividade elétrica e pH. A variável da textura do solo (% areia, silte e argila) foi retirada da análise por apresentar elevada colinearidade. Posteriormente, foi realizado o teste de Monte Carlo para testar a significância da correlação.

Observa-se que o eixo 1 e o eixo 2 fornecem 50,75% de confiança de dados na época chuvosa, tendo que o eixo 1 explica o 29,41 % desta variação e o eixo 2, 21,34%. As variáveis que apresentaram maior correlação com o eixo 1 (Tabelas 8 e 9) foram: pH ($r=0,42$) e a CE ($r=0,18$), que foram as que melhor separaram os eixos. Para o eixo 2, a maior correlação foi da variável Ds ($r=0,23$), enquanto para a Dp e a PT obtiveram correlações negativas ($r= -0,36$). A alta correlação com o pH pode estar associada a uma possível população de fungos superior à de bactérias em condições de pH ligeiramente ácido (SOUTO et al. 2008).

4 CONCLUSÕES

Nas cinco áreas e nos dois períodos, os parasitos de planta foram dominantes, com destaque para *Tylenchorhynchus*, especialmente no período seco, indicando distúrbios em todas as áreas estudadas e maior assimilação de recursos decorrente dos canais de bacteriófagos. Embora a disponibilidade de água no solo tenha afetado a estrutura da comunidade de nematoides, o efeito variou com o uso e manejo do solo, apresentando diminuição do grau de distúrbio na mata nativa, mata ciliar e plantio de eucalipto no período chuvoso, indicando

condição de solo mais enriquecida e estruturada. A umidade, o pH e a matéria orgânica foram as variáveis do solo que mais influenciaram os nematoides e possivelmente vegetação. Os resultados retratam a maior diversidade e maturidade de nematoides em ecossistemas mais conservados, como também a fragilidade e alto grau de distúrbio dos solos da Caatinga e na mata nativa.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMINISARTESHNIZI, Mehrnoush. Lipid content in the juvenile, female and male of *Acrobeles complexus* nematode. **Research on Crops**, v. 22, n. 1, 2021. Disponível em: <https://web.s.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=09723226&AN=149856656&h=q8hy4l1Q6uTKrc%2bRZMFwIjm4TIWE0nPdEQ%2fdCKGp0fcu5DA3FAXFbw3SwCm%2bfjl0hwvklC541HiX6j36zefXQ%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d09723226%26AN%3d149856656>. Acesso em: 10 abr. 2022.

BONGERS, T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia*, v. 83, p. 14 – 19. 1990. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00324627>. Acesso em: 15 nov. 2021.

BONGERS, T., KORTHALS, G. The Maturity Index, an instrument to monitor changes in the 656 nematode community structure. Summaries of the 45th International Symposium on Crop 657 Protection, May 4, Ghent, Belgium. 80. 1993.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Métodos de análise de solo. 2 ed. Rio de Janeiro, 2011, 226 p.

FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations. **World Soil Charter**. 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-mn442e.pdf>). Acesso em: 20 janeiro, 2022.

FERRIS, V. R.; FERRIS, J. M. Inter-relationships between nematode and plant communities in agricultural ecosystems. **Agro-ecosystems**, v. 1, p. 275-299, 1974. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-3746\(74\)90039-0](https://doi.org/10.1016/0304-3746(74)90039-0). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304374674900390>. Acesso em; 12 jan. 2022.

FIGUEIRA, A.F. Nematóides como Indicadores de Qualidade do Solo em Agroecossistemas no Cerrado do Estado do Mato Grosso do Sul. Tese. Instituto de Agronomia Ciencia do solo. 2008. <https://tede.ufrrj.br/jspui/bitstream/tede/310/1/2008%20-%20Adriana%20Fran%20c3%a7a%20Figueira.pdf>

FRECKMAN, D. W.; ETTEMA, C. H. Assessing nematodes communities in agroecosystems of varying human intervention. **Agriculture, Ecosystems and Environment** v. 45: 239-261. 1993.

GOMES, G.S.; HUANG, S. P.; CARES, J. E. Nematode community, trophic structure and population fluctuation in soybean fields. **Fitopatologia brasileira**, v. 28, p. 258-266, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-41582003000300006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/fb/a/DJDvtSRynrRwCjfNkQPNGqx/abstract/?lang=en>. Acesso em 12 jan. 2022.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48: 692. 1964.

LEITÃO, D.A.H. Dinâmica espaço-temporal da nematofauna, atributos edáficos e crescimento de goiabeiras sob manejo com torta de nim. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. 2015.

LIANG, W., ZHANG, X., LI, Q., JIANG, Y., OU, W., & NEHER, DA. Distribuição vertical de nematóides bacteriívoros sob diferentes usos da terra. **Journal of Nematology**, v. 37, n. 3, pág. 254, 2005. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2620973/pdf/254.pdf>. Acesso em 14 fev. 2021.

MASCARENHAS, J. C. de et al. (Org.). CPRM-Serviço Geológico do Brasil-Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Parnamirim, estado de Pernambuco**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 24p, 2005.

MENDES, I. D. C., DE SOUSA, D. M. G., DOS REIS JUNIOR, F. B., & LOPES, A. D. C. Bioanálise de solo: como acessar e interpretar a saúde do solo. **Embrapa Cerrados-Circular Técnica. (INFOTECA-E)**, 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1110832>.

MAY, W. F.; MULLIN, P. G.; LYON, H. H.; LOEFFLE, K. Plant-parasitic nematodes: a pictorial key to genera. Cornell University Press: Ithaca, 1996. 277p

NETO, J. D. R. **Efeito de perturbações antrópicas sobre comunidades de plantas lenhosas e formigas na Caatinga**. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). 2013, 146f. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

PORANZISKA, D. L. et al. Nematode communities as indicators of status and processes of a soil ecosystem influenced by agricultural management practices. **Applied Soil Ecology** v. 13: 69-86. 1999.

SOUTO, P. C., SOUTO, J. S., MIRANDA, J. R. P. D., SANTOS, R. V. D., & ALVES, A. R. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 151-160, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000100015>

TOMAZINI, M.D.; FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Abundância e Diversidade de Nematóides em Áreas Contíguas de Vegetação Natural e Submetidas a Diferentes Tipos de Uso Agrícola. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 32, n. 3, p. 185-193, set/2008. Disponível em: https://nematologia.com.br/files/revnb/32_3.pdf. Acesso em: 8 oct. 2021.

VICENTE, T. F. S., PEDROSA, E. M. R., SILVA, L. M. A., ROLIM, M. M., CASTRO, D. B., & LEITAO, D. A. H. S. Dinâmica temporal da comunidade de nematóides em cana-de-açúcar em condição de baixa umidade do solo. **Nematropica**, v. 46, n. 2, p. 235-243, 2016.

WASILEWSKA, L. The effects of age of meadows on succession and diversity in soil nematode communities. **Pedobiologia**. v. 38: 1-11. 1994.

YEATES, G. W.; BONGERS, T.; De GOEDE, R. G. M; FRECKMAN, D. W.; GEORGIEVA, D. W. Feeding habits in soil nematode families and genera – an outline for soil ecologists. **Journal of Nematology**, v. 25, n. 3, p. 315- 331, sep/1993. PMID: 19279775; PMCID: PMC2619405. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2619405/>. Acesso em: 15 sep. 2021

YEATES, G. W.; BONGERS, T. Nematode diversity in agroecosystems. In: **Invertebrate biodiversity as bioindicators of sustainable landscapes**. Elsevier, 1999. p. 113-135. DOI:

<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-50019-9.50010-8>.

Disponível

em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444500199500108>

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.

Tabela 1. Comunidade de nematoides em diferentes áreas de manejo no município de Parnamirim/PE nos períodos chuvoso e seco.

	Mata Nativa				Pastagem				Sem Cultivo				Eucalipto				Mata Ciliar			
	Período chuvoso		Período seco		Período chuvoso		Período seco		Período chuvoso		Período seco		Período chuvoso		Período seco		Período chuvoso		Período seco	
Grupos tróficos	A	D (%)	A	D (%)	A	D (%)	A	D (%)	A	D (%)	A	D (%)	A	D (%)	A	D (%)	A	D (%)	A	D (%)
Bacteriófagos	898	40,40	386	18,76	1136	27,98	5611	34,96	238	45,08	328	24,40	1741	38,20	2689	44,95	3130	40,44	2501	32,21
<i>Acrobeles</i>	163	7,33	165	8,02	296	7,29	2533	15,78	52	9,85	118	8,78	868	19,04	1397	23,35	1059	13,68	1599	20,60
<i>Acrobeloides</i>	0	0,00	0	0,00	64	1,58	0	0,00	0	0,00	0	0,00	125	2,74	0	0,00	52	0,67	0	0,00
Cephalobidae	166	7,47	0	0,00	271	6,67	0	0,00	33	6,25	0	0,00	187	4,10	0	0,00	56	0,72	0	0,00
<i>Cephalobus</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Desmolaimus</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	38	0,24	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Desmoscolex</i>	143	6,43	0	0,00	71	1,75	0	0,00	25	4,73	0	0,00	34	0,75	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Diplogaster</i>	64	2,88	0	0,00	45	1,11	108	0,67	17	3,22	30	2,23	83	1,82	217	3,63	7	0,09	71	0,91
<i>Diploscapter</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	20	0,44	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Eucephalobus</i>	18	0,81	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Monhystera</i>	10	0,45	0	0,00	0	0,00	268	1,67	0	0,00	0	0,00	15	0,33	26	0,43	0	0,00	0	0,00
<i>Prismatolaimus</i>	5	0,22	22	1,07	32	0,79	364	2,27	9	1,70	0	0,00	139	3,05	223	3,73	10	0,13	10	0,13
Rhabditidae	253	11,38	199	9,67	283	6,97	2180	13,58	55	10,42	171	12,72	213	4,67	803	13,42	590	7,62	773	9,96
<i>Rhabditis</i>	61	2,74	0	0,00	53	1,31	103	0,64	47	8,90	0	0,00	49	1,08	0	0,00	1080	13,96	36	0,46
<i>Rhabdolaimus</i>	15	0,67	0	0,00	21	0,52	12	0,07	0	0,00	9	0,67	0	0,00	8	0,13	236	3,05	12	0,15
<i>Tylocephalus</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	5	0,03	0	0,00	0	0,00	8	0,18	15	0,25	40	0,52	0	0,00
<i>Wilsonema</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Micófagos	354	15,92	138	6,71	194	4,78	431	2,69	51	9,66	21	1,65	227	4,98	152	2,54	150	1,94	136	1,75
<i>Aphelenchooides</i>	70	3,15	107	5,20	66	1,63	35	0,22	43	8,14	0	0,00	36	0,79	0	0,00	58	0,75	0	0,00
<i>Aphelenchus</i>	206	9,27	19	0,92	111	2,73	212	1,32	8	1,52	21	1,56	184	4,04	0	0,00	92	1,19	33	0,43
<i>Dorylaimoides</i>	0	0,00	0	0,00	8	0,20	0	0,00	0	0,00	0	0,00	7	0,15	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Nothotylenchus</i>	61	2,74	12	0,58	9	0,22	44	0,27	0	0,00	0	0,00	0	0,00	144	2,41	0	0,00	103	1,33
<i>Tylencholaimellus</i>	17	0,76	0	0,00	0	0,00	140	0,87	0	0,00	0	0,00	0	0,00	8	0,13	0	0,00	0	0,00
Onívoros	146	6,57	13	0,63	196	4,83	566	3,53	26	4,92	0	0,00	260	5,70	144	2,41	455	5,88	129	1,66
<i>Aporcelaimellus</i>	13	0,58	0	0,00	5	0,12	10	0,06	9	1,70	0	0,00	0	0,00	0	0,00	49	0,63	0	0,00
Dorylaimidae	80	3,60	13	0,63	86	2,12	556	3,46	9	1,70	0	0,00	85	1,86	144	2,41	211	2,73	129	1,66
<i>Dorylaimus</i>	34	1,53	0	0,00	60	1,48	0	0,00	8	1,52	0	0,00	103	2,26	0	0,00	39	0,50	0	0,00
<i>Eudorylaimus</i>	7	0,31	0	0,00	33	0,81	0	0,00	0	0,00	0	0,00	72	1,58	0	0,00	156	2,02	0	0,00
<i>Laimydorus</i>	12	0,54	0	0,00	12	0,30	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00

Predadores	34	1,53	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Mononchidae	17	0,76	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Mononchus</i>	17	0,76	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Tripyla</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Vida Livre	1432	64,42	537	26,09	1526	37,59	6608	41,13	315	59,66	349	25,97	2228	48,88	2985	49,90	3735	48,26	2766	35,63
Parasitas de Planta	791	35,58	1521	73,91	2534	62,41	9440	58,82	213	40,34	995	74,03	2330	51,12	2997	50,10	4004	51,74	4998	64,37
<i>Criconemoides</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	20	0,44	0	0,00	70	0,90	69	0,89
<i>Ditylenchus</i>	313	14,08	0	0,00	24	0,59	153	0,95	0	0,00	19	1,41	8	0,18	20	0,33	23	0,30	12	0,15
<i>Helicotylenchus</i>	43	1,93	14	0,68	391	9,63	3363	20,96	115	21,78	273	20,31	89	1,95	207	3,46	787	10,17	458	5,90
<i>Hemicycliophora</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Hoplolaimus</i>	0	0,00	34	1,65	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	30	0,39
<i>Longidorus</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Meloidogyne</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	13	0,17	0	0,00
<i>Paratrichodorus</i>	0	0,00	0	0,00	8	0,20	0	0,00	0	0,00	0	0,00	84	1,84	0	0,00	14	0,18	45	0,58
<i>Pratylenchus</i>	13	0,58	0	0,00	796	19,61	621	3,87	17	3,22	63	4,69	50	1,10	0	0,00	60	0,78	104	1,34
<i>Rotylenchulus</i>	0	0,00	4	0,19	80	1,97	3231	20,13	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	104	1,34	0	0,00
<i>Trichodorus</i>	90	4,05	0	0,00	88	2,17	0	0,00	9	1,70	0	0,00	199	4,37	0	0,00	0	0,00	6	0,08
<i>Tylenchorhynchus</i>	324	14,57	1456	70,75	1071	26,38	1837	11,45	40	7,58	640	47,62	1458	31,99	2571	42,98	2694	34,81	4211	54,24
<i>Tylenchus</i>	0	0,00	0	0,00	35	0,86	0	0,00	7	1,33	0	0,00	111	2,44	0	0,00	65	0,84	0	0,00
<i>Xiphinema</i>	8	0,36	13	0,63	26	0,64	235	1,46	25	4,73	0	0,00	311	6,82	199	3,33	174	2,25	63	0,81
Ectoparasitas	465	20,92	1517	73,71	1619	39,88	5435	33,87	196	37,12	913	67,93	2272	49,85	2977	49,77	3804	49,15	4882	62,88
Endoparasitas	326	14,66	0	0,00	835	20,57	774	4,82	17	3,22	82	6,10	58	1,27	20	0,33	96	1,24	116	1,49
Total	2223	100	2058	100	4060	100	16048	100	528	100	1344	100	4558	100	5982	100	7739	100	7764	100

A (abundância): total de nematoides contabilizados nas amostras de solo por área de manejo, D (%): dominância de cada grupo trófico e taxa expresso em percentagem, 0: abaixo do nível de detecção (baixa densidade populacional de nematoides).

Tabela 2. Classificação porcentual das guildas funcionais nas cinco áreas em estudo e duas épocas, município de Parnamirim, PE

%	PS					PC				
	EU	MC	MN	PA	SC	EU	MC	MN	PA	SC
PP	39,00	23,80	34,40	18,40	14,10	40,3	49,2	30,1	53,8	25,3
FF	6,00	6,6	19,00	11,8	8,4	5,2	4,9	20,2	8,7	13,0
BF	52,4	64,8	41,2	59,5	73,8	41,8	36,7	38,8	32,5	58,0
PE	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70	0,00	0,00
ON	2,70	4,90	4,90	10,3	3,7	12,70	9,20	9,10	5,00	3,70
FF*	9,80	8,60	28,90	14,50	9,70	8,70	9,70	29,00	18,90	17,40
BF*	85,80	85,00	62,80	72,90	85,90	70,00	72,20	55,50	70,30	77,60
PE*	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00
ON*	4,40	6,40	7,50	12,60	4,30	21,20	18,10	13,10	10,80	5,00
PSE**	0,00	0,00	0,00	2,60	0,00	0,00	4,90	0,00	3,40	0,00
EN**	5,00	0,70	0,00	15,90	4,60	1,20	4,60	0,80	18,70	9,20
SE**	15,80	15,50	15,70	43,00	52,60	3,90	11,00	7,70	20,80	30,20
EC**	79,20	83,80	84,30	38,50	42,80	94,90	79,60	91,50	57,10	60,60

PS= Período seco; PC= Período chuvoso; EU=Eucalipto; MC= Mata ciliar; MN= Mata nativa; PA=Pastagem; SC= Sem cultivo; PP= Parasitas de plantas; FF= Micófagos; BF= Bacteriófagos; PE=Predadores; ON= Onívoros; (*) = % do total dos nematoides de vida livre; (**) =% do total de nematoides herbívoros; PSE= Parasitos sedentários; EN=Endoparasitos migratórios; SE= Semi-endoparasitos; EC= Ectoparasitos.

Tabela 3. Classificação porcentual das estratégias de vida (c-p) nas cinco áreas em estudo e duas épocas, município de Parnamirim, PE

%	PS					PC				
	EU	MC	MN	PA	SC	EU	MC	MN	PA	SC
cp 1	38,80	37,30	27,30	46,70	84,10	19,70	32,50	27,90	31,50	35,40
cp 2	52,60	52,80	56,90	39,20	11,60	53,80	38,50	44,50	49,50	49,60
cp 3	4,20	3,50	7,20	1,50	0,00	5,20	10,90	9,00	7,50	9,90
cp 4	4,20	6,40	8,50	6,10	4,30	21,30	16,30	18,30	11,40	4,40
cp 5	0,30	0,00	0,00	6,50	0,00	0,00	1,80	0,30	0,10	0,60
PP 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PP 3	91,40	78,90	99,40	100,00	100,00	77,60	96,30	83,20	92,40	81,60
PP 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,20	0,50	10,70	6,60	1,90
PP 5	8,60	21,10	0,60	0,00	0,00	14,20	3,10	6,10	1,00	16,50

PS= Período seco; PC= Período chuvoso; EU=Eucalipto; MC= Mata ciliar; MN= Mata nativa; PA=Pastagem; SC= Sem cultivo

Tabela 4. Índices de maturidade para os cinco tipos de manejo do solo e duas épocas.

	PS					PC				
	EU	MC	MN	PA	SC	EU	MC	MN	PA	SC
IM	1,78	1,80	2,05	1,78	1,29	2,30	2,23	2,24	2,17	1,85
IM	2,36	2,26	2,40	2,44	3,17	2,60	2,76	2,62	2,59	2,39
2-5										
IPP	3,30±0,63	3,60 ±0,70	3,14 ± 0,53	3,00 ±0,00	3,00 ±0,00	3,40±0,64	3,12±0,19	3,26±0,38	3,11±0,28	3,24±0,43

PS= Período seco; PC= Período chuvoso; EU=Eucalipto; MC= Mata ciliar; MN= Mata nativa; PA=Pastagem; SC= Sem cultivo; IM= Índice de maturidade; IM 2-5= Índice de maturidade 2-5; IPP = Índice de parasitas de plantas.

Tabela 5. Índices da rede trófica para os cinco tipos de manejo do solo e duas épocas.

	PS					PC				
	EU	MC	MN	PA	SC	EU	MC	MN	PA	SC
IE	67,88	70,45	64,55	80,63	95,57	36,56	66,44	67,59	59,84	72,25
IS	35,65	30,01	30,96	34,31	63,33	48,69	56,36	54,05	48,67	39,29
IC	13,56	8,36	38,37	9,38	4,94	19,62	22,33	37,08	26,62	11,79
IB	26,98	24,80	27,92	13,91	4,26	35,47	21,67	19,40	24,51	24,08

PS= Período seco; PC= Período chuvoso; EU=Eucalipto; MC= Mata ciliar; MN= Mata nativa; PA=Pastagem; SC= Sem cultivo; IE= Índice de enriquecimento; IS = Índice de estrutura; IC = Índice de canal; IB= Índice basal

Tabela 6. Médias e desvios-padrão da análise granulométrica e densidade de partículas do solo e classe textural das cinco áreas no município de Parnamirim/PE.

Manejo	Dp (g cm⁻³)	Areia	Silte	Argila	Classe Textural
MN	2,52 ± 0,20	60,65 ± 15,05 c	18,25 ± 11,38 a	22,11 ± 4,79 a	Franco argilo arenosa
PA	2,45 ± 0,12	10,81 ± 4,74 a	50,46 ± 3,71 c	39,75 ± 6,41 c	Franco argilo siltosa
SC	2,46 ± 0,15	25,90 ± 16,50 b	48,13 ± 13,46 c	26,99 ± 5,36 b	Franco siltosa
EU	2,56 ± 0,16	52,67 ± 13,38 c	28,57 ± 9,56 b	19,77 ± 4,53 a	Franco arenoso
MC	2,54 ± 0,14	59,68 ± 12,77 c	20,91 ± 10,30 a	20,43 ± 4,09 a	Franco argilo arenosa

As médias assinaladas com as mesmas letras, na vertical, não diferem pelo teste de Tukey (0,05)

MN= Mata nativa da caatinga; PA= Pastagem; SC= Sem cultivo; EU= Eucalipto; MC= Mata ciliar; Dp= Densidade de partículas

Tabela 7. Atributos físicos e químicos do solo nas cinco áreas estudadas no município de Parnamirim/PE, período seco e chuvoso

Período Seco							
Manejo	Ds	Um	PT	CO	MO	CE	pH
	(g cm ⁻³)	(%)	(%)	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	µS cm ⁻¹	
MN	1,24±0,12	1,63±0,91 a	45,82±5,69	7,35±2,27 a	12,64±3,91 a	2258,72±2810,65	6,45±0,38 a
PA	1,31±0,13	4,09±1,50 c	40,13±6,23	10,58±2,87 b	18,20±4,93 b	1109,51±1479,86	7,35±0,41 c
SC	1,36±0,12	1,97±0,63 ab	38,81±5,89	9,50±1,34 ab	16,35±2,30 ab	2090,59±1674,97	7,00±0,40 bc
EU	1,33±0,22	3,16±2,63 bc	41,07±10,01	9,01±3,23 ab	15,50±5,55 ab	1416,37±2184,41	6,85±0,36 ab
MC	1,31±0,15	1,94±0,93 ab	42,49±6,45	7,99±3,00 ab	13,75±5,15 ab	1561,04±1416,42	6,88±0,60 b

Período Chuvoso							
Manejo	Ds	Um	PT	CO	MO	CE	pH
	(g cm ⁻³)	(%)	(%)	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	µS cm ⁻¹	
MN	1,45±0,18 ab	7,65±3,64 ab	6,71±0,39 ab	9,19±2,60 b	15,80±4,47 b	674,52±625,33	6,71±0,39 a
PA	1,47±0,15 ab	10,85±2,13 bc	7,21±0,40 ab	9,57±2,70 b	16,45±4,64 b	780,90±210,89	7,21±0,40 b
SC	1,52±0,09 b	12,03±6,50 c	7,10±0,14 a	7,93±1,07 ab	13,65±1,84 ab	968,88±1297,96	7,10±0,14 b
EU	1,41±0,19 ab	8,20±4,9 ab	7,05±0,42 bc	8,05±2,18 ab	13,95±3,82 ab	822,75±1061,04	7,05±0,42 b
MC	1,32±0,19 a	6,15±1,83 a	7,14±0,47 c	6,59±1,80 a	11,33±3,09 a	524,6±197,28	7,14±0,47 b

As médias assinaladas com as mesmas letras, na vertical, não diferem pelo teste de Tukey (0,05)

MN= Mata nativa da caatinga; PA= Pastagem; SC= Sem cultivo; EU= Eucalipto; MC= Mata ciliar; Ds= Densidade do solo; Um =Umidade do solo; PT= Porosidade total; CO= Conteúdo de carbono total do solo; MO = Materia orgânica; CE = Condutividade elétrica; pH =Potencial hidrogeniônico

Tabela 8. Scores das variáveis do solo nos dos primeiros eixos de ordenação da ACC da coleta do período chuvoso

Variável	Eixo 1	Eixo 2
Dp (g cm ⁻³)	0,1090	-0,3619
Ds (g cm ⁻³)	-0,0929	0,2290
Um (%)	0,1576	0,1740
CO (g.kg ⁻¹)	-0,1652	0,0565
M O (%)	-0,1180	0,0920
C E (m S)	-0,1837	0,0780
P T (%)	0,1254	-0,3622
pH	0,4226	0,2010
N (%)	-0,1180	0,0920

Tabela 9. Scores das variáveis do solo nos dos primeiros eixos de ordenação da ACC da coleta do período seco

Variável	Eixo 1	Eixo 2
Dp (g/cm ³)	-0,1224	0,2332
Ds (g/cm ³)	-0,2020	-0,2988
Um (%)	0,4218	-0,0451
CO (g.kg ⁻¹)	0,0363	-0,1188
M O (%)	0,0363	-0,1188
C E (m S)	-0,1727	-0,0585
P T (%)	0,1521	0,3523
pH	0,4146	-0,1026
N (%)	0,0363	-0,1188

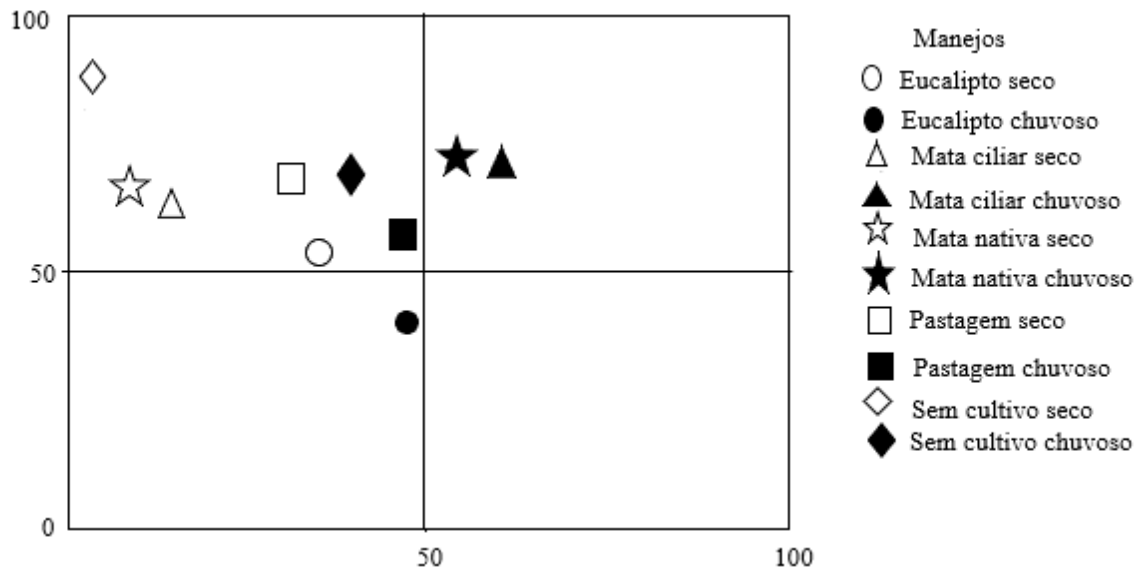


Figura 1. Distribuição das cinco áreas avaliadas no município de Parnamirim/PE, nos dois períodos de coleta (chuvoso e seco), nos quatro quadrantes delimitados pelos índices de enriquecimento (IE) e de estrutura (IS)

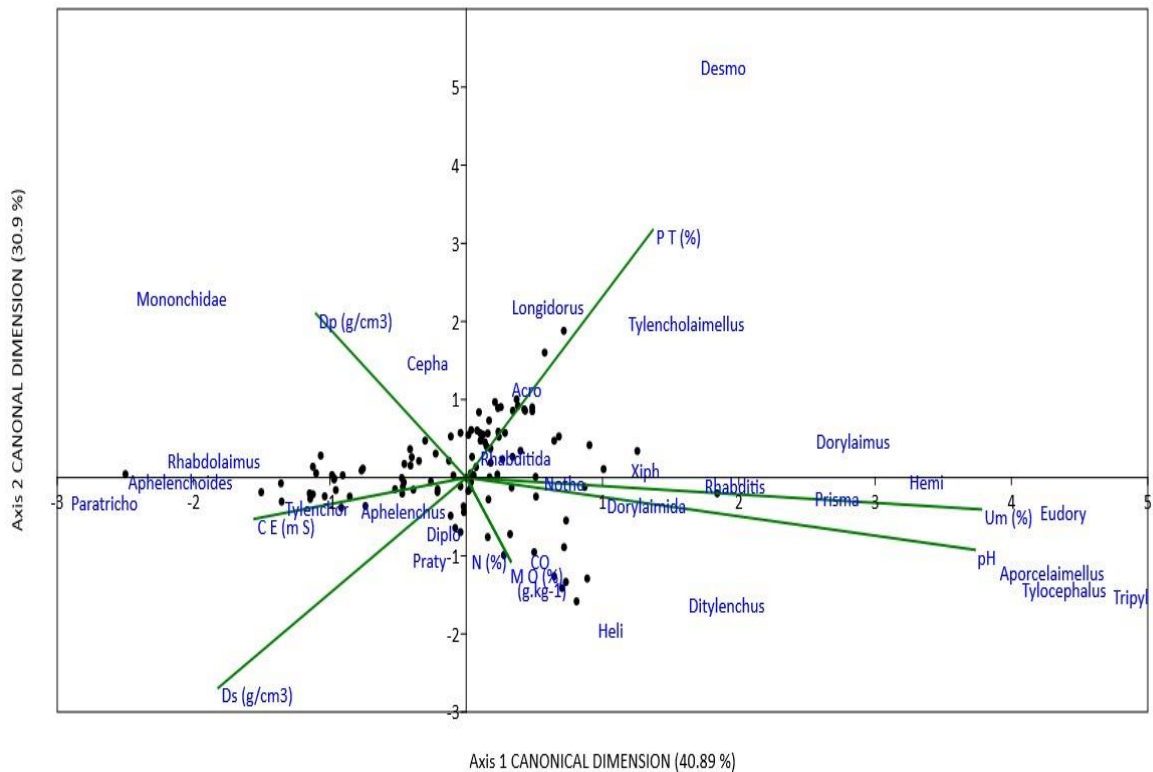


Figura 3. Diagramas de ordenação obtidos por análise de correspondência canônica nos cinco tipos de manejo, as variáveis físicas e químicas do solo e gêneros de nematoides na época seca. Variáveis do solo são representadas por setas. DS= Densidade do solo (g cm^{-3}); Dp= Densidade de partículas (g cm^{-3}); PT= Porosidade total do solo (%); Um = Umidade do solo (%); CO= Conteúdo de carbono orgânico (g kg^{-1}); CE = Condutividade elétrica ($\mu \text{ S cm}^{-1}$); MO = Matéria orgânica (g kg^{-1}); pH= Potencial hidrogeniônico.

ANEXOS

Tabela 10. Média e desvio padrão da comunidade de nematoides em diferentes áreas de manejo no município de Parnamirim/PE nos períodos chuvoso e seco.

Grupos tróficos	GF	Mata Nativa		Pastagem		Sem Cultivo		Eucalipto		Mata Ciliar	
		Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso	Período seco
		M ± DP	M ± DP	M ± DP	M ± DP	M ± DP	M ± DP	M ± DP	M ± DP	M ± DP	M ± DP
Bacteriófagos		47,26±43,75	20,32±39,49	35,50±31,16	175,34±274,47	26,44±20,27	36,44±48,94	66,96±71,59	103,42±85,92	130,42±230,23	104,21±94,41
<i>Acrobeles</i>	Ba ₂	8,58±20,88	8,68±19,77	9,25±14,58	79,16±225,23	5,78±8,44	13,11±26,09	33,38±56,63	53,73±67,23	44,13±92,38	66,63±75,88
<i>Acrobeloides</i>	Ba ₂	0,00±0,00	0,00±0,00	2,00±5,68	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	4,81±12,55	0,00±0,00	2,17±10,61	0,00±0,00
Cephalobidae	Ba ₂	8,74±16,13	0,00±0,00	8,47±18,16	0,00±0,00	3,67±5,66	0,00±0,00	7,19±16,26	0,00±0,00	2,33±6,74	0,00±0,00
<i>Cephalobus</i>	Ba ₂	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
<i>Desmolaimus</i>	Ba ₃	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	1,19±5,10	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
<i>Desmoscolex</i>	Ba ₃	7,53±13,28	0,00±0,00	2,22±4,92	0,00±0,00	2,78±4,24	0,00±0,00	1,31±3,91	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
<i>Diplogaster</i>	Ba ₁	3,37±6,14	0,00±0,00	1,41±3,47	3,38±6,94	1,89±3,76	3,33±7,26	3,19±8,57	8,35±27,52	0,29±1,43	2,96±6,66
<i>Diploscapter</i>	Ba ₁	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,77±3,92	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
<i>Eucephalobus</i>	Ba ₂	0,95±4,13	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
<i>Monhystera</i>	Ba ₁	0,53±2,29	0,00±0,00	0,00±0,00	8,38±30,87	0,00±0,00	0,00±0,00	0,58±2,94	1,00±2,83	0,00±0,00	0,00±0,00
<i>Prismatolaimus</i>	Ba ₃	0,26±1,15	1,16±4,00	1,00±3,30	11,38±28,44	1,00±3,00	0,00±0,00	5,35±13,16	8,58±23,14	0,42±2,04	0,42±2,04
Rhabditidae	Ba ₁	13,32±21,55	10,47±20,30	8,84±13,02	68,13±57,17	6,11±9,83	19,00±21,98	8,19±16,68	30,88±59,46	24,58±38,76	32,21±33,71
<i>Rhabditis</i>	Ba ₁	3,21±7,28	0,00±0,00	1,66±4,03	3,22±8,54	5,22±9,04	0,00±0,00	1,88±7,97	0,00±0,00	45,00±179,79	1,50±5,38
<i>Rhabdolaimus</i>	Ba ₃	0,79±2,37	0,00±0,00	0,66±2,13	0,38±2,12	0,00±0,00	1,00±3,00	0,00±0,00	0,31±1,57	9,83±35,64	0,50±2,45
<i>Tylocephalus</i>	Ba ₂	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,16±0,88	0,00±0,00	0,00±0,00	0,31±1,57	0,58±2,94	1,67±8,16	0,00±0,00
<i>Wilsonema</i>	Ba ₂	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Micófagos		18,63±25,40	7,26±11,71	6,06±10,16	13,47±30,83	5,67±6,63	2,33±7,00	8,73±22,67	5,85±10,55	6,25±9,83	5,67±14,89
<i>Aphelenchoides</i>	Mi ₂	3,68±5,55	5,63±11,75	2,06±7,67	1,09±3,60	4,78±6,82	0,00±0,00	1,38±4,19	0,00±0,00	2,42±7,14	0,00±0,00
<i>Aphelenchus</i>	Mi ₂	10,84±14,38	1,00±3,90	3,47±6,41	6,63±10,77	0,89±2,67	2,33±7,00	7,08±21,95	0,00±0,00	3,83±6,05	1,38±3,75
<i>Dorylaimoides</i>	Mi ₄	0,00±0,00	0,00±0,00	0,25±1,41	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,27±1,37	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
<i>Nothotylenchus</i>	Mi ₂	3,21±12,83	0,63±2,14	0,28±1,59	1,38±4,19	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	5,54±10,60	0,00±0,00	4,29±14,83
<i>Tylencholaimellus</i>	Mi ₄	0,89±3,90	0,00±0,00	0,00±0,00	4,38±24,75	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,31±1,57	0,00±0,00	0,00±0,00
Onívoros		7,68±10,76	0,68±2,98	6,13±7,67	17,69±48,66	2,89±6,25	0,00±0,00	10,00±14,64	5,54±10,23	18,96±32,89	5,38±10,31
<i>Aporcelaimellus</i>	On ₅	0,68±2,98	0,00±0,00	0,16±0,88	0,31±1,77	1,00±3,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	2,04±10,00	0,00±0,00
Dorylaimidae	On ₄	4,21±8,02	0,68±2,98	2,69±5,63	17,38±48,75	1,00±3,00	0,00±0,00	3,27±9,14	5,54±10,23	8,79±18,70	5,38±10,31
<i>Dorylaimus</i>	On ₄	1,79±5,37	0,00±0,00	1,88±5,49	0,00±0,00	0,89±2,67	0,00±0,00	3,96±6,87	0,00±0,00	1,63±5,36	0,00±0,00
<i>Eudorylaimus</i>	On ₄	0,37±1,61	0,00±0,00	1,03±3,66	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	2,77±6,23	0,00±0,00	6,50±13,66	0,00±0,00
<i>Laimydorus</i>	On ₅	0,63±2,75	0,00±0,00	0,38±2,12	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Predadores		1,79±5,36	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Mononchidae	Pr ₄	0,89±3,90	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
<i>Mononchus</i>	Pr ₄	0,89±3,90	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
<i>Tripyla</i>	Pr ₃	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00

Vida Livre		75,37±65,34	28,26±43,39	47,69±35,30	206,50±318,48	35,00±24,41	38,78±49,73	85,69±81,78	114,81±86,48	155,63±233,15	115,25±99,55
Parasitas de Planta		41,63±55,25	80,05±97,93	79,19±93,42	295,00±529,58	23,67±46,37	110,56±202,37	89,62±132,32	115,27±96,36	166,83±214,55	208,25±252,75
<i>Criconemoides</i>	H ₃	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,77±2,73	0,00±0,00	2,92±10,83	2,88±14,08
<i>Ditylenchus</i>	H ₂	16,47±50,71	0,00±0,00	0,75±3,12	4,78±12,54	0,00±0,00	2,11±6,33	0,31±1,57	0,77±2,78	0,96±3,51	0,50±2,45
<i>Helicotylenchus</i>	H ₃	2,26±7,79	0,74±3,21	12,22±40,20	105,09±272,44	12,78±35,78	30,33±91,00	3,42±11,05	7,96±28,88	32,79±114,47	19,08±51,00
<i>Hemicycliophora</i>	H ₃	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
<i>Hoplolaimus</i>	H ₃	0,00±0,00	1,79±7,80	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	1,25±6,12
<i>Longidorus</i>	H ₅	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
<i>Meloidogyne</i>	H ₃	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,54±2,65	0,00±0,00
<i>Paratrichodorus</i>	H ₄	0,00±0,00	0,00±0,00	0,25±1,41	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	3,23±10,73	0,00±0,00	0,58±2,86	1,88±9,19
<i>Pratylenchus</i>	H ₃	0,68±2,98	0,00±0,00	24,88±73,82	19,41±40,26	1,89±3,76	7,00±21,00	1,92±9,81	0,00±0,00	2,50±5,53	4,33±15,80
<i>Rotylenchus</i>	H ₃	0,00±0,00	0,21±0,92	2,50±14,14	100,97±292,36	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	4,33±18,35	0,00±0,00
<i>Trichodorus</i>	H ₄	4,74±12,15	0,00±0,00	2,75±8,54	0,00±0,00	1,00±3,00	0,00±0,00	7,65±28,38	0,00±0,00	0,00±0,00	0,25±1,22
<i>Tylenchorhynchus</i>	H ₃	17,05±19,70	76,63±93,35	33,47±44,46	57,41±158,11	4,44±5,66	71,11±100,81	56,08±107,37	98,88±99,50	112,25±152,37	175,46±252,70
<i>Tylenchus</i>	H ₂	0,00±0,00	0,00±0,00	1,09±4,39	0,00±0,00	0,78±2,33	0,00±0,00	4,27±14,22	0,00±0,00	2,71±9,03	0,00±0,00
<i>Xiphinema</i>	H ₅	0,42±1,84	0,68±2,98	0,81±2,92	7,34±13,96	2,78±5,78	0,00±0,00	11,96±41,08	7,65±15,50	7,25±15,29	2,63±6,45
Ectoparasitas		24,47±26,64	79,84±97,62	50,59±57,93	169,84±310,30	21,78±43,33	101,44±183,46	87,38±128,23	114,50±95,61	158,50±201,03	203,42±250,65
Endoparasitas		17,16±50,93	0,00±0,00	26,09±73,48	24,19±40,95	1,89±3,76	9,11±21,16	2,23±9,87	0,77±2,78	4,00±7,96	4,83±16,23
Total		117,00±98,71	108,32±119,84	126,88±108,21	501,50±653,02	58,67±59,21	149,33±209,68	175,31±174,61	230,08±152,73	322,46±359,08	323,50±257,19

GF: guildas funcionais, M±DP: número médio e desvio padrão do número de nematoides em 109 amostras de solo de cinco diferentes áreas de manejo (300cm³ de solo por amostra), 0: abaixo do nível de detecção (baixa densidade populacional de nematoides).

Tabela 11. Resumo descritivo de atributos físicos nos cinco tipos de manejo do solo, município de Parnamirim/PE, Período seco

Densidade do partículas (Dp)												
Área	n	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	CV (%)	DP	Q1	Q3	SW
EU	26	2.44	2.09	2.26	2.25	0.25	-0.31	3.79	0.09	2.20	2.30	ns
MC	24	2.51	2.06	2.28	2.25	0.42	-0.44	4.92	0.11	2.20	2.33	ns
MN	19	2.42	2.15	2.29	2.30	-0.01	-0.85	3.24	0.07	2.23	2.36	ns
PA	32	2.36	2.04	2.20	2.18	0.14	-0.37	3.51	0.08	2.15	2.25	ns
SC	9	2.28	2.18	2.23	2.23	0.14	-1.23	1.49	0.03	2.20	2.25	ns
Densidade do solo (Ds)												
Área	n	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	CV (%)	DP	Q1	Q3	SW
EU	26	1.67	0.83	1.33	1.40	-0.86	-0.08	16.48	0.22	1.25	1.46	ns
MC	24	1.57	0.97	1.31	1.38	-0.54	-0.44	11.44	0.15	1.19	1.40	ns
MN	19	1.41	0.94	1.24	1.25	-0.66	0.00	9.87	0.12	1.16	1.32	ns
PA	32	1.59	1.12	1.31	1.33	0.17	-0.48	9.55	0.13	1.17	1.37	ns
SC	9	1.59	1.18	1.36	1.36	0.63	-0.15	8.77	0.12	1.30	1.39	ns
Umidade do solo (Um, %)												
Área	n	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	CV (%)	DP	Q1	Q3	SW
EU	26	12.13	0.45	3.16	2.62	1.74	3.21	82.96	2.63	1.27	4.20	**
MC	24	4.46	0.58	1.94	1.89	0.82	0.45	48.12	0.93	1.11	2.45	ns
MN	19	4.17	0.84	1.63	1.34	2.22	2.93	55.75	0.91	1.15	1.59	**
PA	32	7.38	0.57	4.09	3.97	0.15	-0.21	36.67	1.50	2.86	4.98	ns
SC	9	3.54	1.46	1.97	1.89	2.24	2.40	32.24	0.63	1.58	2.00	ns
Porosidade total (PT)												
Área	n	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	CV (%)	DP	Q1	Q3	SW
EU	26	66.04	24.69	41.07	39.95	0.75	0.22	24.37	10.01	34.78	47.01	ns
MC	24	57.03	28.20	42.49	42.10	0.43	0.50	15.19	6.45	38.53	45.34	ns
MN	19	61.00	36.59	45.82	45.38	0.80	0.80	12.42	5.69	41.24	49.12	ns
PA	32	51.94	26.78	40.13	39.79	-0.17	-0.57	15.52	6.23	35.97	45.84	ns
SC	9	48.03	27.90	38.81	39.78	-0.54	-0.24	15.16	5.89	38.06	42.17	ns

MN= Mata nativa da caatinga; PA= Pastagem; SC= Sem cultivo; EU= Eucalipto; MC= Mata ciliar; CV= Coeficiente de variação; DP= Desvio padrão; n= número de observações; SW=Teste de Shapiro Wilks; ns= não significativo; * = significativo

Tabela 12. Resumo descritivo de atributos químicos nos cinco tipos de manejo do solo, município de Parnamirim/PE, Período seco

Conteúdo de carbono (CO)												
Área	n	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	CV (%)	DP	Q1	Q3	SW
EU	22	16.23	1.99	9.01	9.77	-0.33	0.38	35.83	3.23	7.78	10.91	ns
MC	19	16.36	4.31	7.99	7.56	1.69	2.05	37.49	3.00	6.44	8.18	ns
MN	16	11.40	4.06	7.35	7.09	0.36	-0.87	30.90	2.27	5.49	8.92	ns
PA	25	15.39	4.09	10.58	10.04	-0.08	-0.46	27.11	2.87	9.22	12.15	ns
SC	7	10.97	7.37	9.50	9.77	-0.50	-1.16	14.07	1.34	8.48	10.84	ns
Matéria Orgânica (MO)												
Área	n	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	CV (%)	DP	Q1	Q3	SW
EU	22	27.92	3.42	15.50	16.80	-0.33	0.39	35.83	5.55	13.38	18.76	ns
MC	19	28.14	7.41	13.75	13.00	1.69	2.05	37.48	5.15	11.08	14.07	ns
MN	16	19.61	6.99	12.64	12.18	0.36	-0.87	30.89	3.91	9.44	15.35	ns
PA	25	26.47	7.03	18.20	17.27	-0.09	-0.46	27.12	4.93	15.86	20.89	ns
SC	7	18.87	12.68	16.35	16.80	-0.49	-1.17	14.08	2.30	14.58	18.64	ns
Condutividade Eléctrica (CE)												
Área	n	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	CV (%)	DP	Q1	Q3	SW
EU	26	11300.00	172.30	1416.37	788.65	4.01	14.52	154.23	2184.41	365.00	1545.00	ns
MC	24	4500.00	207.70	1561.04	795.55	0.87	-0.88	90.74	1416.42	402.00	2600.00	ns
MN	19	10820.00	300.30	2258.72	830.20	1.97	2.64	124.44	2810.65	412.30	3080.00	ns
PA	32	5680.00	263.20	1109.51	501.35	2.18	2.83	133.38	1479.86	371.20	681.20	**
SC	9	5040.00	413.20	2090.59	1127.00	0.77	-1.05	80.12	1674.97	1023.00	3270.00	ns
pH												
Área	n	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	CV (%)	DP	Q1	Q3	SW
EU	26	7.30	6.00	6.85	7.00	-1.01	-0.11	5.29	0.36	6.70	7.10	ns
MC	24	8.10	5.80	6.88	6.85	0.34	-0.36	8.71	0.60	6.50	7.10	ns
MN	19	7.20	5.90	6.45	6.40	0.84	-0.22	5.88	0.38	6.20	6.60	ns
PA	32	8.10	6.30	7.35	7.45	-0.78	0.18	5.54	0.41	7.10	7.60	ns
SC	9	7.50	6.20	7.00	7.10	-1.22	-0.04	5.71	0.40	7.00	7.20	ns

MN= Mata nativa da caatinga; PA= Pastagem; SC= Sem cultivo; EU= Eucalipto; MC= Mata ciliar; CV= Coeficiente de variação; DP= Desvio padrão; n= número de observações; SW=Teste de Shapiro Wilks; ns= não significativo; * = significativo

Tabela 23. Resumo descritivo de atributos físicos nos cinco tipos de manejo do solo, município de Parnamirim/PE, Período chuvoso

Densidade do partículas (Dp)												
Área	n	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	CV (%)	DP	Q1	Q3	SW
EU	26	2.86	2.27	2.56	2.56	0.18	-0.08	6.38	0.16	2.44	2.7	ns
MC	22	2.86	2.25	2.54	2.56	-0.07	0.23	5.38	0.14	2.47	2.63	ns
MN	19	2.9	2.11	2.52	2.53	-0.43	-0.09	7.73	0.19	2.47	2.67	ns
PA	32	2.7	2.25	2.45	2.46	0.02	-0.82	4.77	0.12	2.35	2.53	ns
SC	9	2.67	2.27	2.46	2.41	0.27	-1.40	6.26	0.15	2.38	2.63	ns
Densidade do solo (Ds)												
Área	n	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	CV (%)	DP	Q1	Q3	SW
EU	26	1.77	1.01	1.41	1.41	0.08	-0.42	13.61	0.19	1.27	1.54	ns
MC	22	1.57	1.06	1.32	1.39	-0.25	-1.60	14.05	0.19	1.13	1.49	*
MN	19	1.73	1.09	1.45	1.49	-0.40	-0.81	12.50	0.18	1.31	1.58	ns
PA	32	1.80	1.21	1.47	1.44	0.34	-0.96	10.40	0.15	1.34	1.59	ns
SC	9	1.60	1.32	1.52	1.53	-1.52	0.97	5.71	0.09	1.48	1.59	ns
Umidade do solo (Um, %)												
Área	n	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	CV (%)	DP	Q1	Q3	SW
EU	26	27.69	1.71	8.20	7.28	2.52	7.80	59.81	4.90	6.27	9.75	*
MC	22	9.84	2.34	6.15	6.38	0.09	-0.17	29.84	1.83	4.71	7.37	ns
MN	19	19.64	3.32	7.65	7.19	1.96	4.22	47.62	3.64	5.41	8.94	*
PA	32	17.01	5.40	10.85	10.74	0.30	1.34	19.65	2.13	9.28	11.76	ns
SC	9	21.07	4.75	12.03	8.70	0.46	-1.54	54.04	6.50	7.13	18.49	ns
Porosidade total (PT)												
Área	n	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	CV (%)	DP	Q1	Q3	SW
EU	26	7.70	5.80	7.05	7.05	-0.91	1.44	5.98	0.42	6.90	7.30	ns
MC	22	7.80	6.30	7.14	7.25	-0.24	-1.26	6.62	0.47	6.70	7.50	ns
MN	19	7.60	6.00	6.71	6.80	0.25	-0.27	5.88	0.39	6.40	7.00	ns
PA	32	7.80	6.00	7.21	7.30	-1.24	1.14	5.52	0.40	7.00	7.50	ns
SC	9	7.30	6.90	7.10	7.10	-0.34	-1.17	1.99	0.14	7.00	7.20	ns

MN= Mata nativa da caatinga; PA= Pastagem; SC= Sem cultivo; EU= Eucalipto; MC= Mata ciliar; CV= Coeficiente de variação; DP= Desvio padrão; n= número de observações; SW=Teste de Shapiro Wilks; ns= não significativo; * = significativo

Tabela 34. Resumo descritivo de atributos químicos nos cinco tipos de manejo do solo, município de Parnamirim/PE, Período chuvoso

Conteúdo de carbono (CO)												
Área	n	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	CV (%)	DP	Q1	Q3	SW
EU	22	11.92	3.94	8.05	7.82	-0.08	-0.74	27.13	2.18	6.90	9.64	ns
MC	17	10.50	3.66	6.59	6.72	0.48	-0.23	27.27	1.80	5.14	7.56	ns
MN	14	12.72	3.59	9.19	9.40	-0.58	-0.47	28.31	2.60	7.54	11.64	ns
PA	24	16.30	2.89	9.57	9.53	-0.15	1.30	28.20	2.70	8.20	11.23	ns
SC	6	9.24	6.40	7.93	7.67	0.02	-1.12	13.50	1.07	7.53	9.09	ns
Matéria Orgânica (MO)												
Área	n	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	CV (%)	DP	Q1	Q3	SW
EU	21	20.51	6.77	13.95	13.84	-0.16	-0.77	27.42	3.82	12.07	16.59	ns
MC	17	18.06	6.30	11.33	11.56	0.48	-0.23	27.28	3.09	8.84	13.00	ns
MN	14	21.88	6.17	15.80	16.16	-0.58	-0.47	28.31	4.47	12.98	20.01	ns
PA	24	28.04	4.96	16.45	16.38	-0.15	1.30	28.21	4.64	14.10	19.32	ns
SC	6	15.89	11.01	13.65	13.19	0.01	-1.12	13.47	1.84	12.96	15.63	ns
Condutividade Elétrica (CE)												
Área	n	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	CV (%)	DP	Q1	Q3	SW
EU	26	4220.00	173.40	822.75	460.70	2.69	5.28	128.96	1061.04	301.30	779.20	*
MC	22	936.00	248.00	524.60	490.10	0.52	-0.44	37.61	197.28	387.80	624.90	ns
MN	19	2560.00	199.00	674.52	440.00	1.95	2.46	92.71	625.33	293.80	727.70	*
PA	32	2610.00	234.60	780.90	502.45	1.88	2.46	78.23	210.89	377.10	888.40	*
SC	9	4250.00	309.10	968.88	414.30	2.52	2.79	133.97	1297.96	379.90	546.70	*
pH												
Área	n	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	CV (%)	DP	Q1	Q3	SW
EU	26	7.70	5.80	7.05	7.05	-0.91	1.44	5.98	0.42	6.90	7.30	ns
MC	22	7.80	6.30	7.14	7.25	-0.24	-1.26	6.62	0.47	6.70	7.50	ns
MN	19	7.60	6.00	6.71	6.80	0.25	-0.27	5.88	0.39	6.40	7.00	ns
PA	32	7.80	6.00	7.21	7.30	-1.24	1.14	5.52	0.40	7.00	7.50	ns
SC	9	7.30	6.90	7.10	7.10	-0.34	-1.17	1.99	0.14	7.00	7.20	ns

MN= Mata nativa da caatinga; PA= Pastagem; SC= Sem cultivo; EU= Eucalipto; MC= Mata ciliar; CV= Coeficiente de variação; DP= Desvio padrão; n= número de observações; SW=Teste de Shapiro Wilks; ns= não significativo; * = significativo

Tabela 15. Coeficiente de correlação significativa entre os nematoides e as características dos solos nas áreas em estudo.

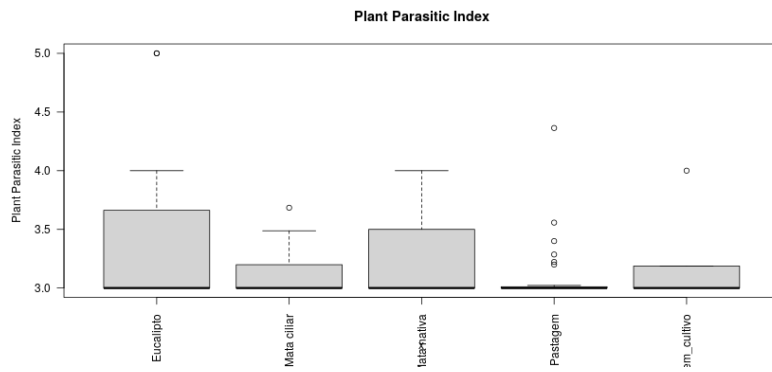
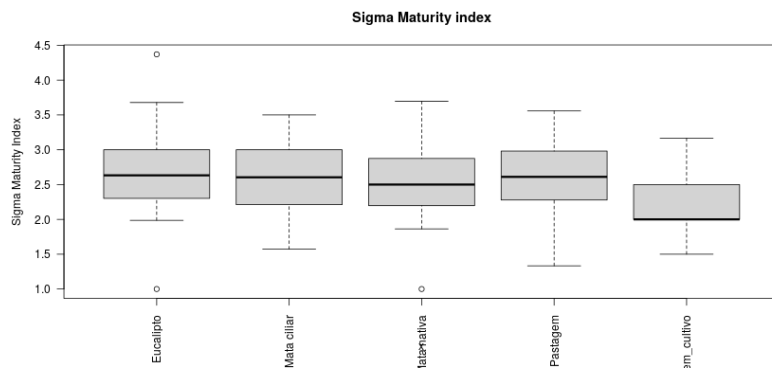
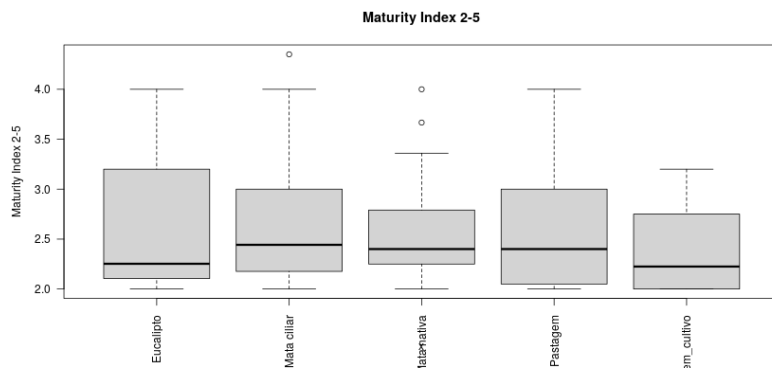
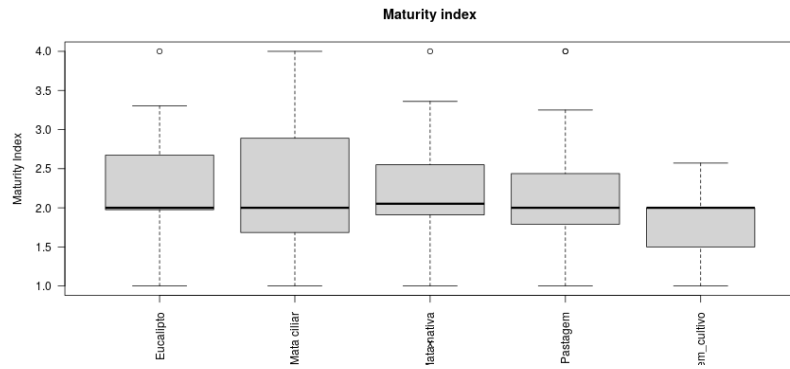
PERÍODO SECO									
CN	Dp (g/cm ³)	Ds (g/cm ³)	Um (%)	CO (g.kg- 1)	MO (%)	CE (m S)	PT (%)	pH	N (%)
<i>Rhabditida</i>	-.052	-.006	-.045	.011	.011	-.080	-.010	,242*	.011
<i>Acrobeles</i>	-.007	-,263**	.030	.078	.078	-.141	,246**	.104	.078
<i>Prismatolaimus</i>	-.047	-.011	.125	.068	.068	-.058	-.004	.186	.068
<i>Diplogaster</i>	-.184	.143	-.071	.183	.183	-.048	-,202*	.122	.183
<i>Desmocolex</i>	.135	-,333**	.051	-.099	-.099	-.067	,338**	-.010	-.099
<i>Cephalobus</i>	-.009	-.169	-.059	-,188*	-,188*	.007	.159	.007	-,188*
<i>Rhabditis</i>	-.026	-.014	.179	-.041	-.041	-.160	-.001	,269**	-.041
<i>Rhabdolaimus</i>	.013	-.050	-,215*	-.124	-.124	,190*	.057	-,331**	-.124
<i>Tylocephalus</i>	-.075	.026	.127	.085	.085	-.051	-.048	,209*	.085
<i>Wilsonema</i>									
<i>Aphelenchus</i>	.000	.166	-.046	-.137	-.137	-.121	-.153	.153	-.137
<i>Aphelenchoides</i>	.063	-.003	-.182	-.042	-.042	,231*	.024	-,308**	-.042
<i>Dorylaimoides</i>									
<i>Dorylaimida</i>	-.147	.055	.165	.171	.171	-.114	-.099	,292**	.171
<i>Tylencholaimellus</i>	-.099	-.152	.055	-.157	-.157	-.062	.119	.046	-.157
<i>Nothotylenchus</i>	-.002	-.009	.104	.021	.021	-.055	.007	.112	.021
<i>Eudorylaimus</i>	-.093	-.034	.181	.069	.069	-.081	.004	,253**	.069
<i>Aporcelaimellus</i>	-.027	.048	,197*	.091	.091	-.087	-.054	,255**	.091
<i>Dorylaimus</i>	.027	-.057	.150	.050	.050	-.072	.065	.170	.050
<i>Tripyla</i>	-.075	.026	.127	.085	.085	-.051	-.048	,209*	.085
<i>Mononchidae</i>	.117	-.010	-.078	-.015	-.015	-.040	.045	-.099	-.015
<i>Pratylenchus</i>	-,213*	.099	-.018	.146	.146	.041	-.164	.064	.146
<i>Tylenchorhynchus</i>	.022	.128	-,216*	-.139	-.139	.093	-.112	-.092	-.139
<i>Rotylenchulus</i>									
<i>Longidorus</i>	-.172	-.181	.071	.011	.011	-.011	.127	-.045	.011
<i>Trichodorus</i>	.058	.085	-.099	-.114	-.114	-.065	-.059	-.045	-.114
<i>Helicotylenchus</i>	-.111	.136	,212*	-.070	-.070	.012	-.163	.136	-.070
<i>Ditylenchus</i>	-.094	.113	.116	.012	.012	-.064	-.141	,204*	.012
<i>Xiphinema</i>	-.027	-.056	,233*	.159	.159	-.124	.044	.057	.159
<i>Hemicyclophora</i>	-.120	-.069	.136	-.023	-.023	-.078	.031	,198*	-.023
<i>Paratrichodorus</i>	.058	.085	-.099	-.114	-.114	-.065	-.059	-.045	-.114
PERÍODO CHUVOSO									
	Dp (g/cm ³)	Ds (g/cm ³)	Um (%)	CO (g.kg- 1)	MO (%)	CE (m S)	PT (%)	pH	N (%)
<i>Rhabdolaimus</i>	.012	-.006	-.110	-.007	-.005	-.051	.013	-.116	-.005
<i>Tylocephalus</i>	-.097	.059	-.032	.004	.006	.026	-.097	-.095	.006
<i>Aphelenchus</i>	-.178	-.180	-.126	.074	.079	-.027	.081	-.143	.079
<i>Aphelenchoides</i>	-.048	-.128	-.102	-.036	-.030	.030	.095	.021	-.030
<i>Tylencholaimellus</i>	,246*	.050	-.116	.040	.041	.080	.058	-.170	.041
<i>Nothotylenchus</i>	-,194*	-.027	.036	-.127	-.123	-.063	-.067	.052	-.123
<i>Dorylaimida</i>	-.080	-.068	-.136	-,217*	-,208*	-.114	.026	.037	-,208*
<i>Dorylaimoides</i>	.086	-.012	.020	.139	.140	-.020	.035	-.004	.140
<i>Laimydrus</i>	-.074	.040	-.026	-.016	-.013	-.015	-.065	-.003	-.013
<i>Eudorylaimus</i>	.112	-,311**	-,201*	-.010	-.005	-.044	,323**	.133	-.005
<i>Aporcelaimellus</i>	.011	-,206*	-.102	.021	.023	-.056	,189*	.034	.023

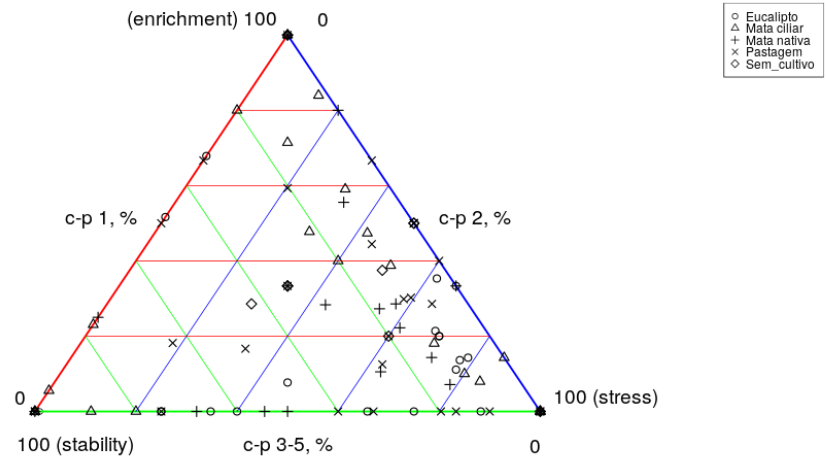
<i>Dorylaimus</i>	-.156	-.104	.060	.098	.103	-.097	.032	.067	.103
<i>Mononchidae</i>	.100	-.140	-.046	.121	.121	-.060	.163	-.125	.121
<i>Mononchus</i>	.123	.035	-.072	.025	.026	-.037	.024	-.170	.026
<i>Criconemoides</i>	-.046	-.150	-.104	.004	.006	-.049	.125	-.079	.006
<i>Pratylenchus</i>	-.093	.158	.114	.094	.096	-.075	-.186	.116	.096
<i>Meloidogyne</i>	.036	-.157	-.075	-.153	-.150	-.020	.156	.143	-.150
<i>Tylenchorhynchus</i>	.106	-.106	-.063	-.015	-.007	-.111	.135	.058	-.007
<i>Rotylenchulus</i>	.078	.039	-.003	-.114	-.110	-.072	.004	-.045	-.110
<i>Trichodorus</i>	.178	-.068	-.056	-.150	-.145	-.031	.124	.012	-.145
<i>Helicotylenchus</i>	.046	-.031	-.104	-.036	-.032	-.064	.051	-.011	-.032
<i>Ditylenchus</i>	.076	-.177	-.057	.155	.151	-.073	.185	-.158	.151
<i>Xiphinema</i>	.003	-.136	-.019	-.143	-.138	-.111	.129	.046	-.138
<i>Paratrichodorus</i>	.184	-.124	-.122	-.067	-.064	-.103	.180	.040	-.064
<i>Tylenchus</i>	.139	-.140	-.041	.108	.110	-.033	.175	.100	.110
<i>Scutellonema</i>	-.075	-.019	.044	-.042	-.039	-.057	-.013	.074	-.039

CN= Componentes da nematofauna; DS= Densidade do solo (g cm^{-3}); Dp= Densidade de partículas (g cm^{-3}); PT= Porosidade total do solo (%); Um = Umidade do solo (%); CO= Conteúdo de carbono orgânico (g kg^{-1}); CE = Condutividade elétrica ($\mu \text{ S cm}^{-1}$); MO = Matéria orgânica (g kg^{-1}); pH= Potencial hidrogeniônico.

IM INDICES

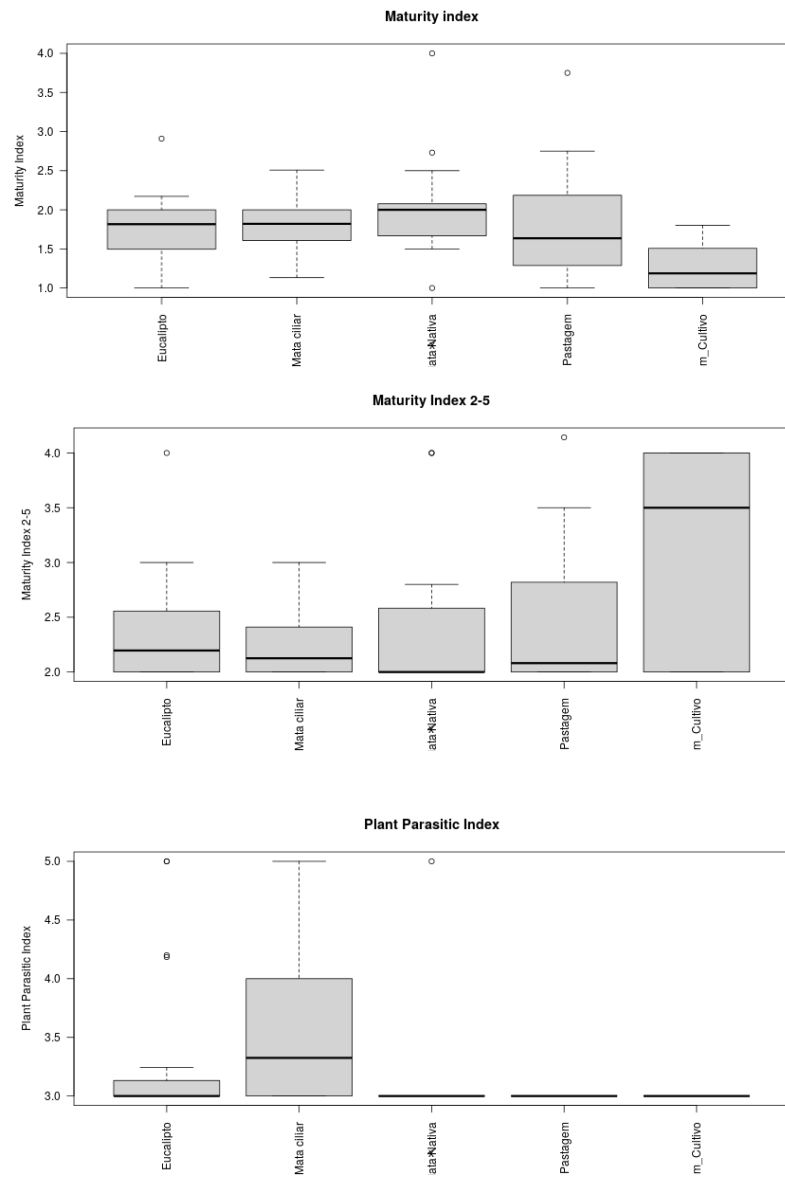
PERÍODO CHUVOSO

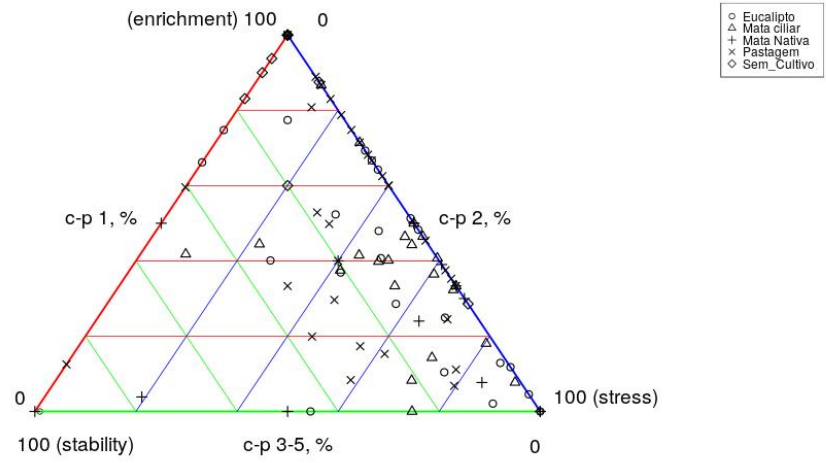




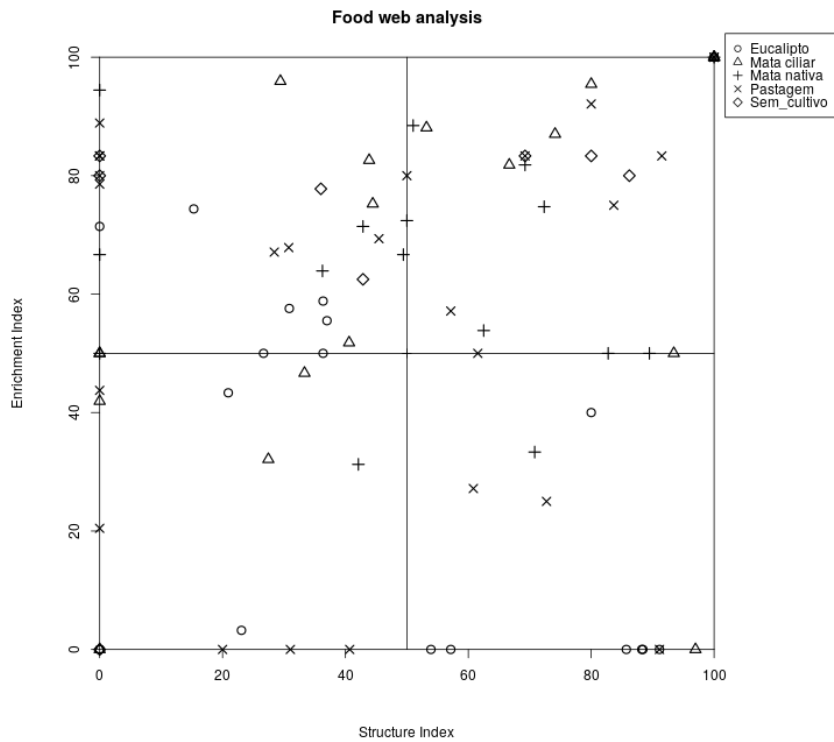
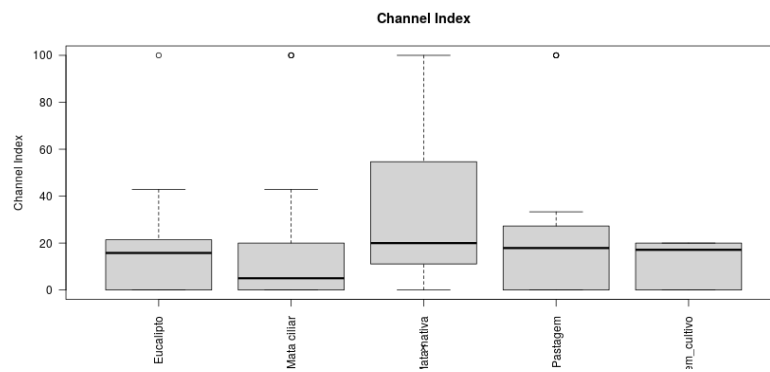
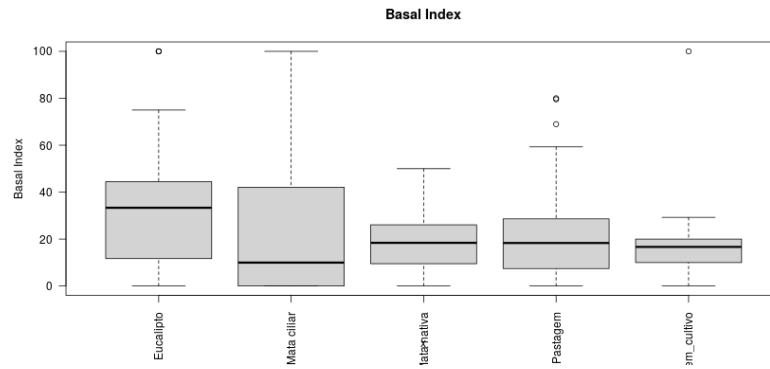
PERÍODO SECO

IM INDICES

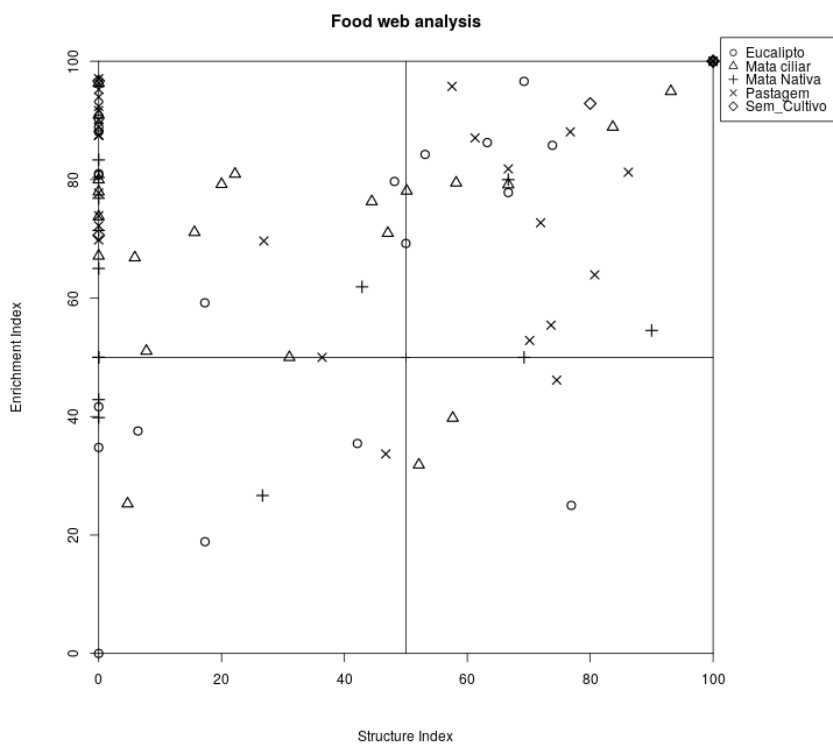
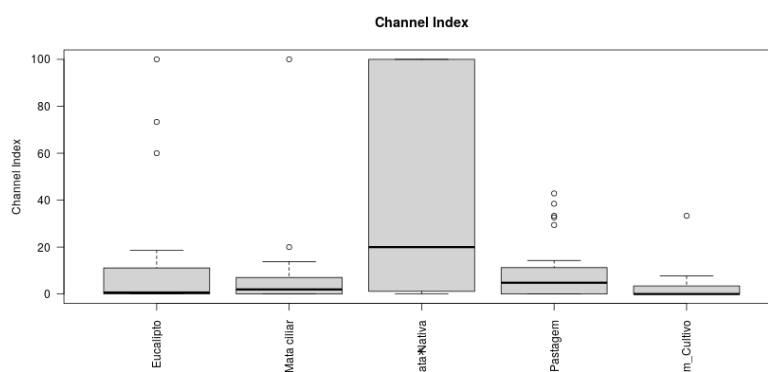
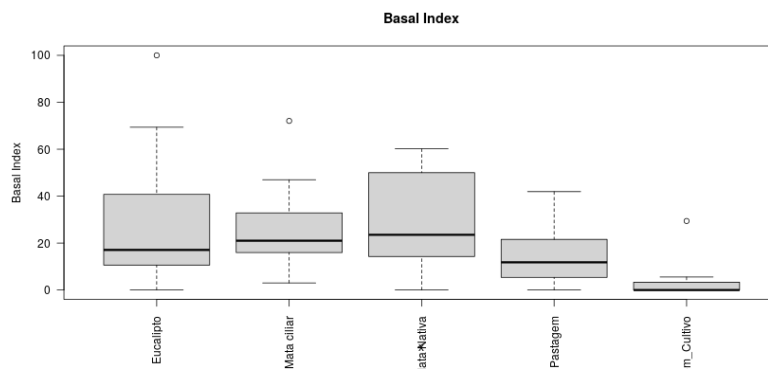




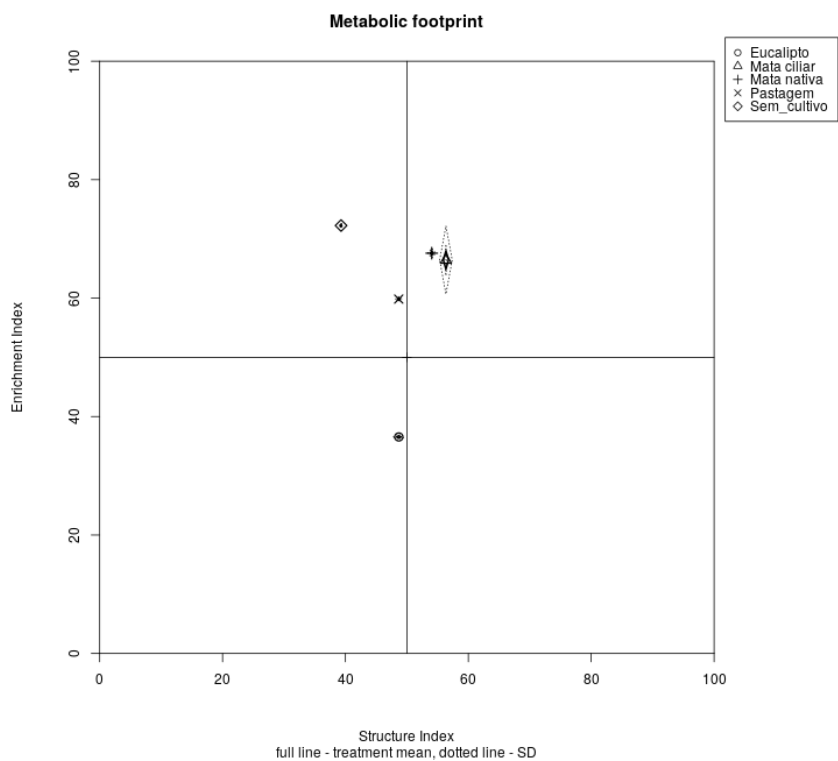
DIAGNÓSTICO DA REDE ALIMENTAR PERÍODO CHUVOSO



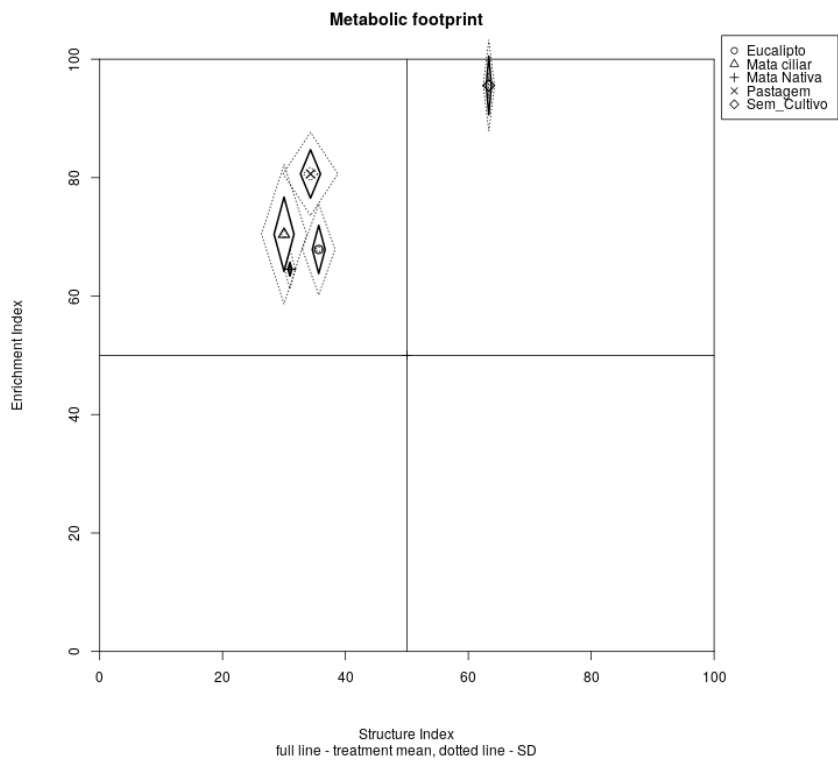
DIAGNÓSTICO DA REDE ALIMENTAR PERÍODO SECO



PEGADA METABÓLICA PERÍODO CHUVOSO



PEGADA METABOLICA PERÍODO SECO



- **PERÍODO CHUVOSO**

Relação de nematoides e fatores do solo no período chuvoso

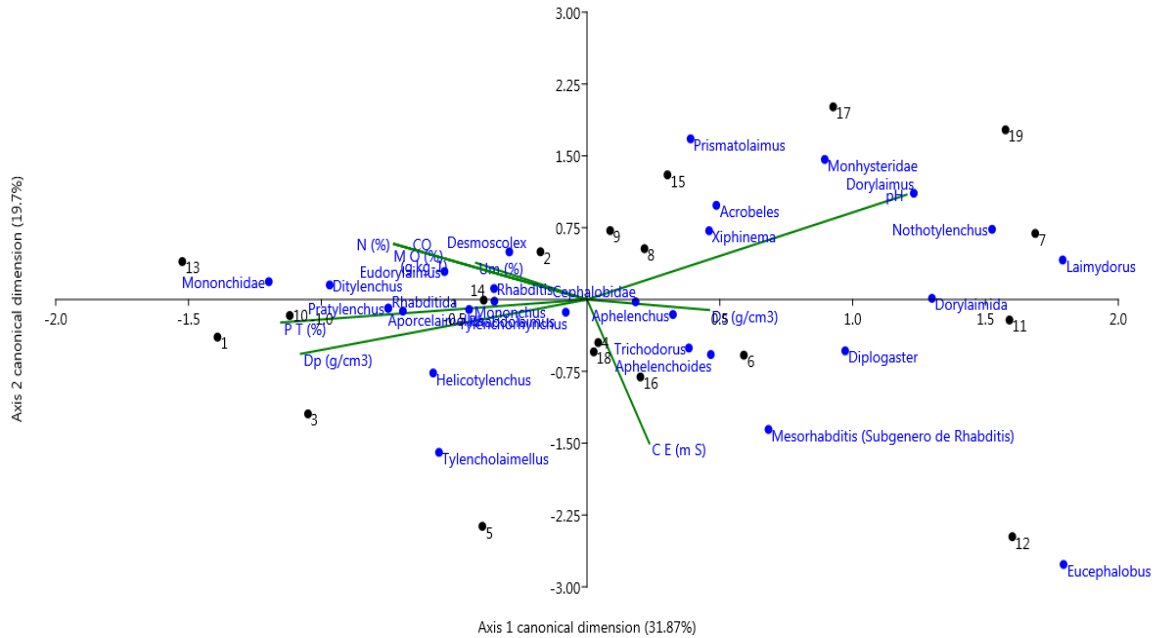


Figura 4. Diagramas de ordenação obtidos por análise de correspondência canônica na área de Mata Nativa com e das variáveis físicas e químicas do solo e gêneros de nematoides na época chuvosa. Variáveis do solo são representadas por setas. DS= Densidade do solo (g cm^{-3}); Dp= Densidade de partículas (g cm^{-3}); PT= Porosidade total do solo (%); Um = Umidade do solo (%); CO= Conteúdo de carbono orgânico (g kg^{-1}); CE = Condutividade elétrica ($\mu \text{ S cm}^{-1}$); MO = Matéria orgânica (g kg^{-1}); pH= Potencial hidrogeniônico.

O eixo 1 e eixo 2 fornecem um 51,57% de confiança de dados.

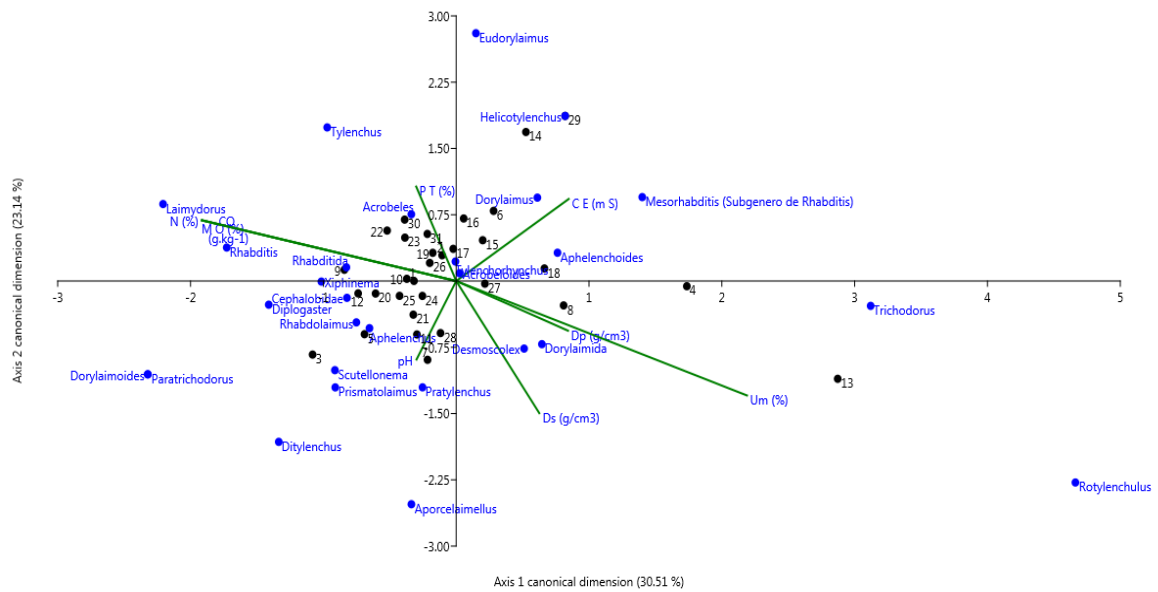


Figura 5. Diagramas de ordenação obtidos por análise de correspondência canônica na área de Pastagem com e das variáveis físico-químicas do solo e gêneros de nematoides na época chuvosa. Variáveis do solo são representadas por setas. DS= Densidade do solo (g cm^{-3}); Dp= Densidade de partículas (g cm^{-3}); PT= Porosidade total do solo (%); Um = Umidade do solo (%); CO= Conteúdo de carbono orgânico (g kg^{-1}); CE = Condutividade elétrica ($\mu \text{ S cm}^{-1}$); MO = Matéria orgânica (g kg^{-1}); pH= Potencial hidrogeniônico.

O eixo 1 e eixo 2 fornecem um 53,65% de confiança de dados

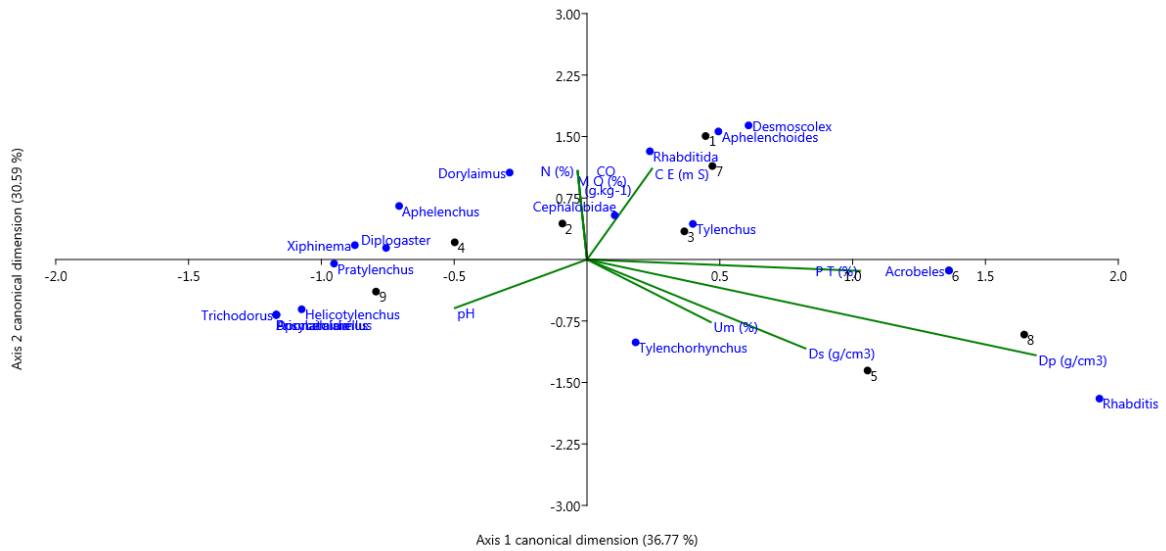


Figura 6. Diagramas de ordenação obtidos por análise de correspondência canônica na área Sem Cultivo com e das variáveis físico-químicas do solo e gêneros de nematoides na época chuvosa. Variáveis do solo são representadas por setas. DS= Densidade do solo (g cm^{-3}); Dp= Densidade de partículas (g cm^{-3}); PT= Porosidade total do solo (%); Um = Umidade do solo (%); CO= Conteúdo de carbono orgânico (g kg^{-1}); CE = Condutividade elétrica ($\mu \text{ S cm}^{-1}$); MO = Matéria orgânica (g kg^{-1}); pH= Potencial hidrogeniônico.

O eixo 1 e eixo 2 fornecem um 67,36 % de confiança de dados

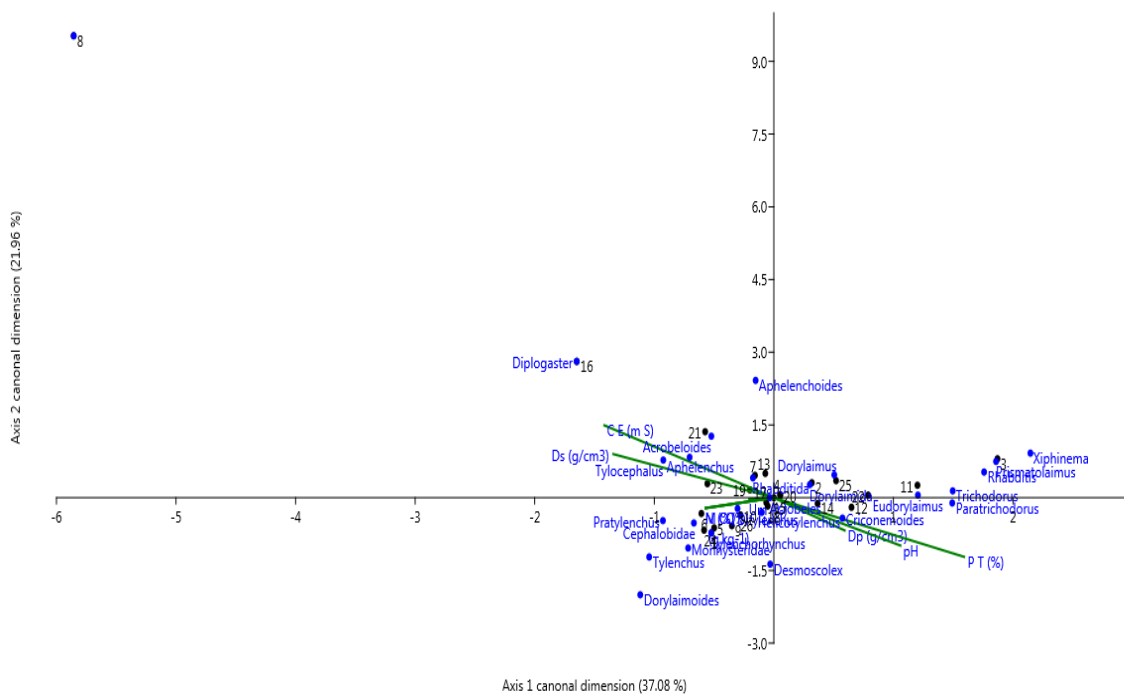


Figura 7. Diagramas de ordenação obtidos por análise de correspondência canônica na área de Eucalipto com e das variáveis físico-químicas do solo e gêneros de nematoides na época chuvosa. Variáveis do solo são representadas por setas. DS= Densidade do solo (g cm^{-3}); Dp= Densidade de partículas (g cm^{-3}); PT= Porosidade total do solo (%); Um = Umidade do solo (%); CO= Conteúdo de carbono orgânico (g kg^{-1}); CE = Condutividade elétrica ($\mu \text{ S cm}^{-1}$); MO = Matéria orgânica (g kg^{-1}); pH= Potencial hidrogeniônico.

O eixo 1 e eixo 2 fornecem um 59,04 % de confiança de dados

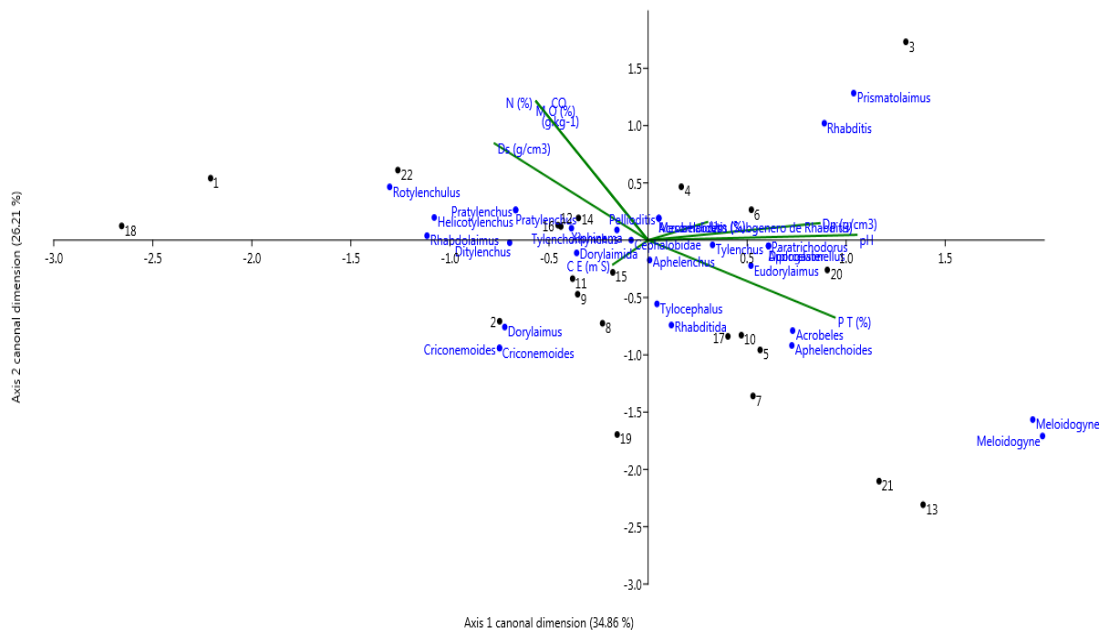


Figura 8. Diagramas de ordenação obtidos por análise de correspondência canônica na área de Mata Ciliar com e das variáveis físico-químicas do solo e gêneros de nematoides na época chuvosa. Variáveis do solo são representadas por setas. DS= Densidade do solo (g cm^{-3}); Dp= Densidade de partículas (g cm^{-3}); PT= Porosidade total do solo (%); Um = Umidade do solo (%); CO= Conteúdo de carbono orgânico (g kg^{-1}); CE = Condutividade elétrica ($\mu \text{ S cm}^{-1}$); MO = Matéria orgânica (g kg^{-1}); pH= Potencial hidrogeniônico.

O eixo 1 e eixo 2 fornecem um 61,07 % de confiança de dados

- **PERÍODO SECO**

Relação de nematoides e fatores do solo no período seco

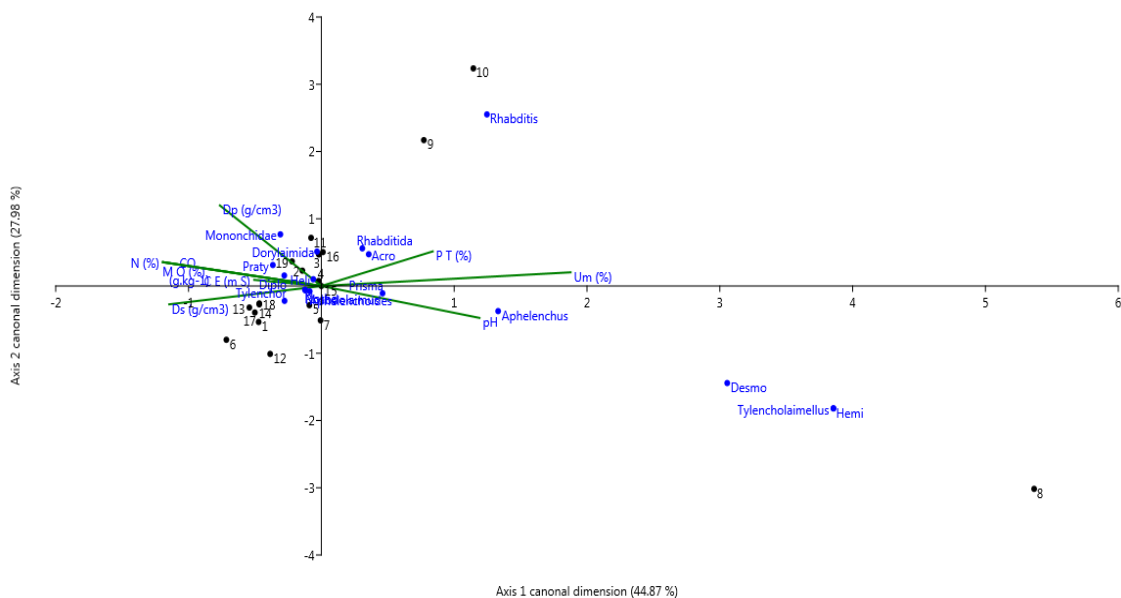


Figura 9. Diagramas de ordenação obtidos por análise de correspondência canônica na área de Mata Nativa com e das variáveis físico-químicas do solo e gêneros de nematoides na época seca. Variáveis do solo são representadas por setas. DS= Densidade do solo (g cm^{-3}); Dp= Densidade de partículas (g cm^{-3}); PT= Porosidade total do solo (%); Um = Umidade do solo (%); CO= Conteúdo de carbono orgânico (g kg^{-1}); CE = Condutividade elétrica ($\mu \text{ S cm}^{-1}$); MO = Matéria orgânica (g kg^{-1}); pH= Potencial hidrogeniônico.

O eixo 1 e eixo 2 fornecem um 72,85 % de confiança de dados

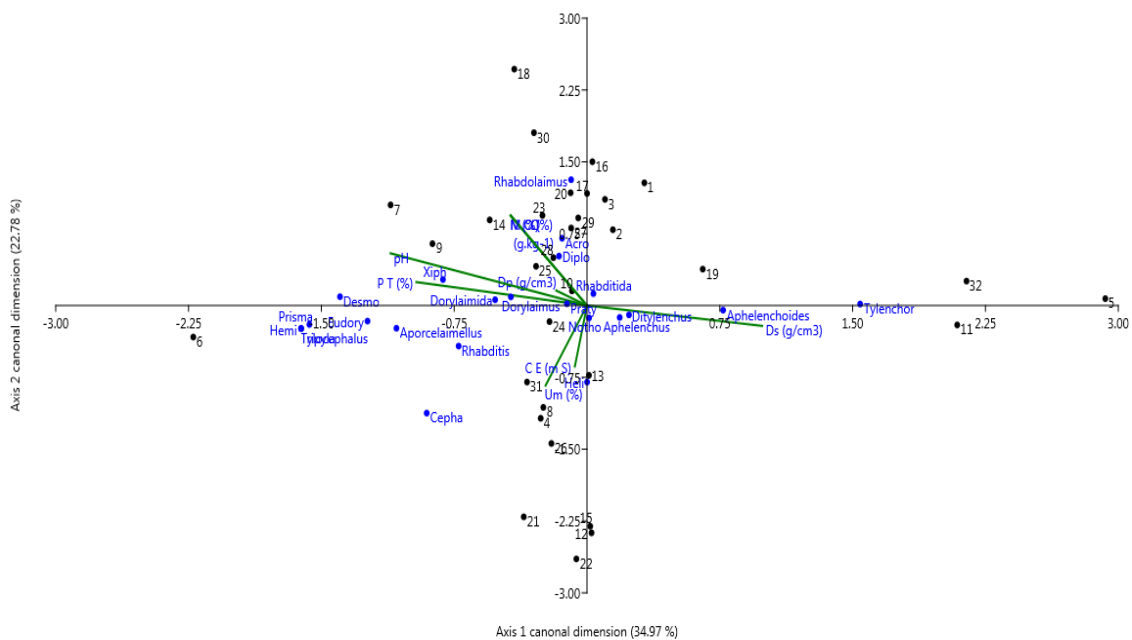


Figura 10. Diagramas de ordenação obtidos por análise de correspondência canônica na área de Pastagem com e das variáveis físico-químicas do solo e gêneros de nematoides na época seca. Variáveis do solo são representadas por setas. DS= Densidade do solo (g cm^{-3}); Dp= Densidade de partículas (g cm^{-3}); PT= Porosidade total do solo (%); Um = Umidade do solo (%); CO= Conteúdo de carbono orgânico (g kg^{-1}); CE = Condutividade elétrica ($\mu \text{ S cm}^{-1}$); MO = Matéria orgânica (g kg^{-1}); pH= Potencial hidrogeniônico.

O eixo 1 e eixo 2 fornecem um 57,75 % de confiança de dados

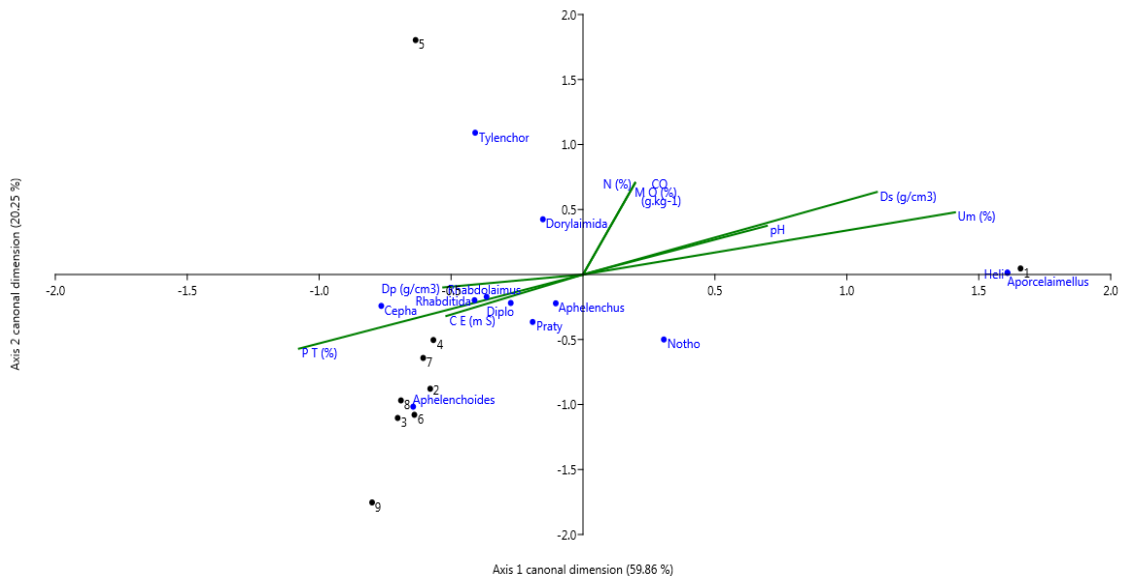


Figura11. Diagramas de ordenação obtidos por análise de correspondência canônica na área Sem Cultivo com e das variáveis físico-químicas do solo e gêneros de nematoides na época seca. Variáveis do solo são representadas por setas. DS= Densidade do solo (g cm^{-3}); Dp= Densidade de partículas (g cm^{-3}); PT= Porosidade total do solo (%); Um = Umidade do solo (%); CO= Conteúdo de carbono orgânico (g kg^{-1}); CE = Condutividade elétrica ($\mu \text{ S cm}^{-1}$); MO = Matéria orgânica (g kg^{-1}); pH= Potencial hidrogeniônico.

O eixo 1 e eixo 2 fornecem um 80,11 % de confiança de dados

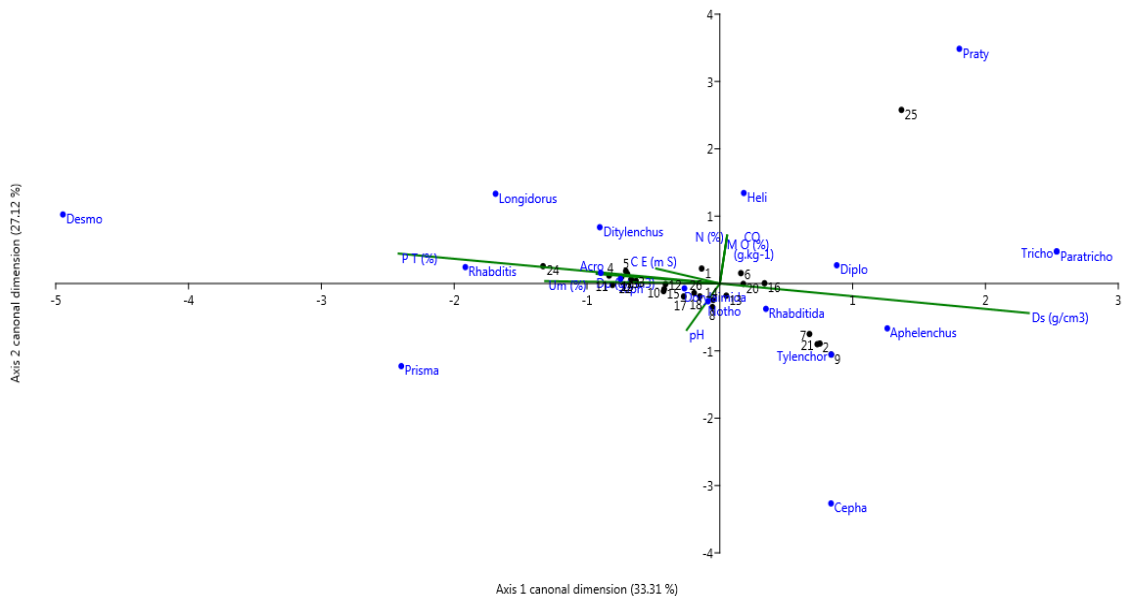


Figura 22. Diagramas de ordenação obtidos por análise de correspondência canônica na área de Eucalipto com e das variáveis físico-químicas do solo e gêneros de nematoides na época seca. Variáveis do solo são representadas por setas. DS= Densidade do solo (g cm^{-3}); Dp= Densidade de partículas (g cm^{-3}); PT= Porosidade total do solo (%); Um = Umidade do solo (%); CO= Conteúdo de carbono orgânico (g kg^{-1}); CE = Condutividade elétrica ($\mu \text{ S cm}^{-1}$); MO = Matéria orgânica (g kg^{-1}); pH= Potencial hidrogeniônico.

O eixo 1 e eixo 2 fornecem um 60,43 % de confiança de dados.

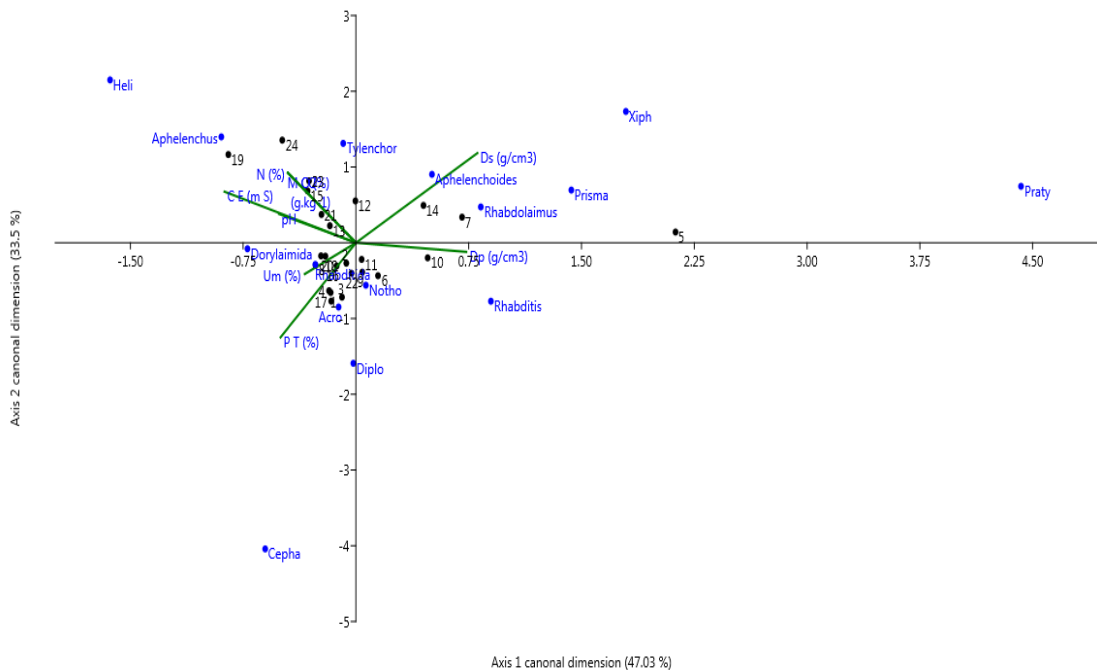


Figura 13. Diagramas de ordenação obtidos por análise de correspondência canônica na área de Mata Ciliar com e das variáveis físico-químicas do solo e gêneros de nematoides na época seca. Variáveis do solo são representadas por setas. DS= Densidade do solo (g cm^{-3}); Dp= Densidade de partículas (g cm^{-3}); PT= Porosidade total do solo (%); Um = Umidade do solo (%); CO= Conteúdo de carbono orgânico (g kg^{-1}); CE = Condutividade elétrica ($\mu \text{ S cm}^{-1}$); MO = Matéria orgânica (g kg^{-1}); pH= Potencial hidrogeniônico.

O eixo 1 e eixo 2 fornecem um 80,08 % de confiança de dados