



RBES

Revista Brasileira de
Engenharia e Sustentabilidade

ISSN 2448-1661

Pelotas, RS, UFPel-Ceng

<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/RBES/index>

v.8, n.2, p.11-20, dez. 2020

ARRANJO ESPACIAL DA UMIDADE DO SOLO, CARBONO ORGÂNICO E NEMATOFUNA ÀS MARGENS DO RIO BRÍGIDA EM PARNAMIRIM – PE

SANTOS DA SILVA, E. P. F.¹; PEDROSA, E. M. R.²; MELO, J. M. M.³; VICENTE, T. F. S.⁴; LOPES, I.⁵; MORAIS, T. F.⁶; FEITOSA E SILVA, D.H.⁶

¹Graduando em Agronomia na UFRPE. Bolsista PET AgroEnergia/IC. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos – CEP:52171-900-Recife/PE.

²Professora Titular do Departamento de Engenharia Agrícola/UFRPE. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos – CEP:52171-900-Recife/PE.

³Doutoranda em Engenharia Agrícola UFRPE. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos – CEP:52171-900-Recife/PE.

⁴Doutora em Engenharia Agrícola e bolsista PNPd/CAPES pelo departamento de Engenharia Agrícola UFRPE. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos – CEP:52171-900-Recife/PE.

⁵Professor do IFBA. Km 14, BR-349, S/N - Zona Rural, Bom Jesus da Lapa – BA, CEP:47600-000.

⁶Graduando em Agronomia na UFRPE. Bolsista PIBIC/IC. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos – CEP:52171-900-Recife/PE.

Palavras-chave: Geoestatística, Mata Ciliar, Nematofauna, Semiárido.

Resumo

O Semiárido Pernambucano é uma região singular, que ao longo do tempo vêm sendo cada vez mais utilizado pelo homem, causando problemas ambientais, pela remoção da vegetação nativa e manejo inadequado dos solos pela agricultura intensiva. Dentre muitas alternativas para avaliar a qualidade dos solos, os nematoides podem ser utilizados como bioindicadores por serem adaptados à situação natural edáfica de diferentes ambientes e por serem extremamente sensíveis à mudança destes sistemas. A seguinte pesquisa foi realizada no Município de Parnamirim, PE, com o objetivo de avaliar a comunidade de nematoides e sua distribuição espacial, da umidade e do teor de carbono orgânico no solo em área ripária na Bacia Hidrográfica do Rio Brígida. Os nematoides bacteriófagos foram dominantes na área seguido por parasitos de planta, a via de decomposição da matéria orgânica ocorre por via bacteriana. Maiores níveis de umidade, carbono do solo e populações de grupos tróficos foram encontrados predominantemente às margens do rio, porém a maior concentração de diversidade trófica ocorreu na região central da área de estudo.

SPATIAL ARRANGEMENT OF SOIL MOISTURE, ORGANIC CARBON AND NEMATODE COMMUNITY IN THE BRIGIDA RIVER BANK IN PARNAMIRIM – PE

Keywords: Geostatistics, Riparian Forest, soil nematode, Semiarid.

Abstract

The Semi-Arid in Pernambuco is a unique region, which over time has been increasingly used by man, causing environmental problems by removal of native vegetation and inadequate soil management by intensive agriculture. Among many alternatives to assess soil quality, nematodes can be used as bioindicators because they are adapted to different soil environments and because they are extremely sensitive to changes in these systems. The following research was carried out in the Municipality of Parnamirim, PE, in order to describe spatial distribution of nematode community, moisture and organic carbon content in the soil in a riparian area of the Brígida river bank. The bacterivores nematodes were dominant in the area followed by plant parasites, the organic matter decomposition pathway occurs through bacterial. High levels of moisture, soil carbon and trophic group populations were found predominantly on the margins of the river, although the highest concentration of trophic diversity occurred in the central region of the study area.

INTRODUÇÃO

O Semiárido Pernambucano é caracterizado por forte escassez hídrica, altas temperaturas e pela vegetação Caatinga (SILVA et al., 2018). Além disso, os solos do sertão apresentam baixa fertilidade, má drenagem e pouca profundidade, dificultando as atividades agrícolas. No entanto, a retirada da vegetação nativa para a implantação da agricultura auxilia na erosão e desertificação culminando na degradação dos solos (BRASILEIRO, 2009; NASCIMENTO et al, 2018).

A avaliação da qualidade dos solos pode ser efetuada por meio dos nematoides agindo com bioindicadores (MOURA; FRANZENER, 2017). Pois, são organismos abundantes no ecossistema do solo, são classificados em grupos tróficos (bacteriófagos, micófagos, parasitos de plantas, onívoros e predadores) e são facilmente observáveis e quantificáveis usando técnicas laboratoriais simples (BONGERS; FERRIS, 1999; ZAVISLAK et al., 2017), o que os torna sensíveis a diferentes respostas ambientais.

Variados estudos foram e vêm sendo desenvolvidos acerca do comportamento dos nematoides em ambientes distintos. Gutiérrez et al (2016) em estudo sobre diferentes usos do solo, relacionaram *Acroboloides* (bacteriófagos) a ambientes industriais com metais pesados (ex: Cd, Pb e Cr), uma vez que, são nematoides que possuem ciclo de vida curto, se reproduzem rápido e são resistentes em ambientes que sofreram distúrbios (ex: áreas industriais com metais pesados).

Segundo Silva et al (2020), a mudança da vegetação nativa da Caatinga para a implantação de agroecossistemas interferiu negativamente na população de nematoides bacteriófagos e onívoros, demonstrando diminuição da população da primeira para a segunda área. Porém, estudos relacionando a comunidade dos nematoides e as propriedades do solo na região semiárida do Nordeste e em Pernambuco, ainda são escassos.

Compreender as interações entre fatores que compõem solos de ecossistemas complexos e decompositores é de grande importância, para saúde ambiental desses sistemas. Diversos trabalhos relatam que a umidade e a matéria orgânica do solo são os fatores que mais afetam a distribuição da comunidade total de nematoide tanto em ecossistemas naturais

como em ecossistemas agrícolas (ZHAO et al., 2014; CARDOSO et al., 2015; VANDEGEHUCHTE et al., 2015; GUTIÉRREZ et al., 2016).

Sabe-se que existem relações estreitas entre nematoides e outros microrganismos, como fungos e bactérias, dentro da cadeia alimentar do solo, o aumento de carbono orgânico no solo pode aumentar a atividade microbiana e, em seguida, aumentar a base alimentar de nematoides de vida livre, bacteriófagos e micófagos e por fim, onívoros e predadores (JIANG et al., 2017). Entender o comportamento desses microrganismos em um ambiente com baixa precipitação pode auxiliar no manejo do solo e identificar áreas degradadas por ação antrópica. Desta forma, o objetivo do estudo foi avaliar a comunidade de nematoides e sua distribuição espacial, da umidade e do teor de carbono orgânico no solo em área ripária com predominância de algaroba na Bacia Hidrográfica do Rio Brígida.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi conduzido no município de Parnamirim-PE (coordenadas 08°05'08" de latitude Sul e 39°34'27" de longitude Oeste). A vegetação dominante é a Caatinga Hiperxerófila e o clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão. O período chuvoso se estende de novembro a abril. A precipitação média anual é de 431,8 mm.

A área de estudo está localizada na Estação de Agricultura Irrigada de Parnamirim da UFRPE (EAIP/UFRPE) situada às margens do rio Brígida que possui regime fluvial efêmero. O histórico da área é de intenso uso agrícola e atualmente a vegetação natural de mata ciliar encontra-se, em sua grande maioria, substituída pela espécie vegetal exótica *Prosopis juliflora* (Sw) DC (algaroba).

Amostragem do solo

A amostragem foi realizada em novembro de 2018 em uma das margens do Rio Brígida, a jusante da barragem do Fomento, em uma malha de 50 x 40 m, com espaçamento de 10 m entre os pontos, totalizando 30 amostras de solo. Foram coletadas amostras na camada de 0,0-0,3 m para as análises de umidade, de matéria orgânica e de nematoides (Figura 1).

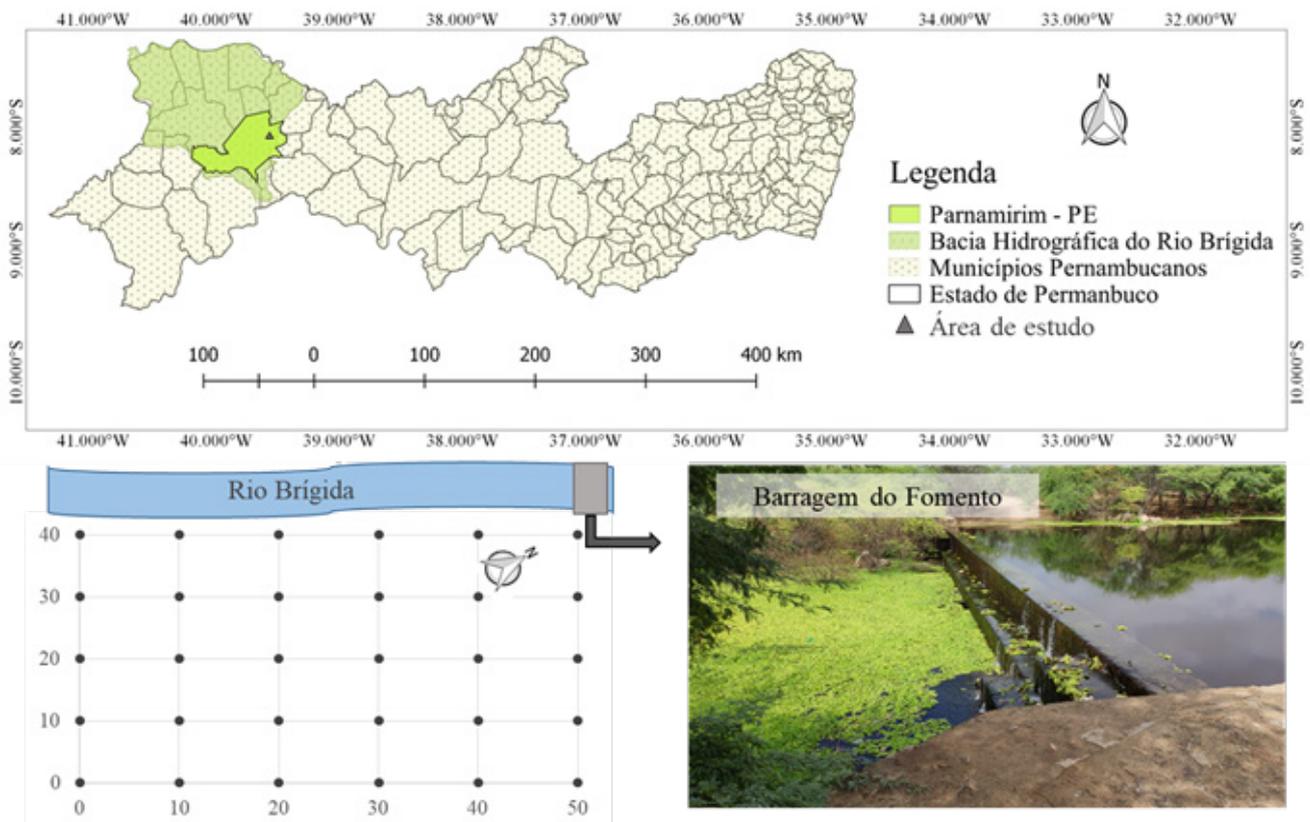


Figura 1. Mapa com localização do município de Parnamirim/PE, local do experimento e desenho da malha de amostragem.

Análise das propriedades do solo

A umidade do solo foi determinada pelo método gravimétrico, onde as amostras foram pesadas antes e após serem colocadas em estufa a 105 °C (TEIXEIRA et al., 2017). O carbono orgânico total (COT) foi mensurado pela oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio por meio do processo de titulação com sulfato ferroso amoniacal (YEOMANS E BREMNER, 1988).

Análises de nematoides no solo

Amostras de 300 cm³ de solo foram homogeneizadas e processadas para extração dos nematoides, utilizando o método da flotação centrífuga (JENKINS, 1964). A estimativa populacional foi obtida através da contagem em lâmina de Peters, com o auxílio de um microscópio óptico, em duas repetições. Os resultados foram computados em número de espécimes por 300 cm³ de solo.

Para o estudo da estrutura trófica, os nematoides foram classificados quanto ao hábito alimentar em cinco grupos tróficos (parasitos de planta, bacteriófagos, micófagos, predadores e onívoros), baseado na morfologia do estoma e esôfago (YEATES

et al., 1993). Em seguida foram calculados os seguintes índices ecológicos representados pelas fórmulas abaixo:

Índice de dominância de Simpson

$$\lambda = \sum (P_i)^2 \text{ Eq. (1)}$$

Em que:

Pi: Abundância relativa de cada espécie, calculada pela proporção dos indivíduos de uma espécie pelo número total dos indivíduos na comunidade ni/N;

N: Número total dos indivíduos na comunidade;

ni: Número de indivíduos de uma espécie.

Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H')

$$H' = - \sum p_i * (\ln P_i) \text{ Eq. (2)}$$

Em que:

Pi: Abundância relativa de cada espécie, calculada pela proporção dos indivíduos de uma espécie pelo número total dos indivíduos na comunidade ni/N;

N: Número total dos indivíduos na comunidade;

ni: Número de indivíduos de uma espécie.

Índice de diversidade trófica (T)

$$T = \frac{1}{\sum (p_i)^2} \text{ Eq. (3)}$$

Em que:

Pi: Abundância relativa de cada espécie, calculada pela proporção dos indivíduos de uma espécie pelo número total dos indivíduos na comunidade ni/N;

N: Número total dos indivíduos na comunidade;

ni: Número de indivíduos de uma espécie

Razão micófitos/bacteriófitos

$$R = \frac{Mi}{Ba} \text{ Eq. (4)}$$

Em que:

Mi: Nematoides micófitos

Ba: Nematoides bacteriófitos

Análise estatística

Os dados de umidade, carbono orgânico total do solo, grupos tróficos de nematoides e índices ecológicos foram submetidos à estatística descritiva (média, a mediana, valores máximos e mínimos, a variância, o desvio padrão, os coeficientes de assimetria, curtose e de variação). Em seguida foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov de 5% de significância para avaliar a normalidade dos dados. Apesar de a normalidade não ser exigência na geoestatística, essa permite observar maior precisão das estimativas da krigagem por meio de seus valores médios (Cressie, 1991). Os dados não normais foram transformados para $\log(x + 1)$.

A análise de variabilidade espacial foi realizada por meio de técnica geoestatística, através do ajuste do semivariograma clássico (JOURNEL, 1989). Com base na pressuposição de estacionariedade foi calculada a semivariância $\gamma(h)$ pela Eq. 5, conforme Matheron (1963):

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (Z(x+h) - Z(x))^2 \text{ Eq. (5)}$$

Em que:

N(h) - número de pares

Z(x+h) e Z(x) - valores da propriedade de interesse nas locações (x+h) e (x)

Foram testados os modelos esférico, exponencial e gaussiano, de acordo com Deutsch et al. (1998). Através do ajuste do modelo matemático aos valores calculados, foram estimados os coeficientes do modelo teórico para o semivariograma: o efeito pepita (C0); o patamar (C0+C1); e o alcance (a).

O grau de dependência espacial (GDE) foi classificado de acordo com Cambardella et al. (1994), que é dado por $GDE = C/[C+C0]$ e sugere dependência forte < 25%; dependência moderada entre 25 e 75%; e dependência fraca > 75%.

Os modelos esférico, exponencial e gaussiano ajustados aos semivariogramas foram submetidos ao processo de validação cruzada "jack-knifing" (VAUCLIN et al., 1983), considerando os valores da média próximo a zero e do desvio padrão próximo a um. Também foram avaliados os valores de R². Em seguida foi efetuada elaboração de mapas a partir de estimativa dos dados em locais não amostrados pelo método da krigagem. Os mapas foram confeccionados utilizando o Software SURFER®, versão 13.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comunidade de nematoides

Os nematoides de vida livre representaram 74,6% dos nematoides identificados na área, seguido de parasitos de planta com dominância de 25,4% (Tabela 1). Dentre os nematoides de vida livre, os bacteriófitos foram dominantes correspondendo a 55% dos nematoides identificados, seguidos por onívoros com 16,2% e micófitos com 3,41%. Não foram identificados nematoides predadores na área.

Em estudo desenvolvido sobre a comunidade de nematoides em cinco áreas no Cerrado, onde a Mata de Galeria apresentou maior número de nematoides, os parasitos de planta foram dominantes, seguidos dos bacteriófitos, onívoros, micófitos e predadores, respectivamente (RODRIGUES, 2011).

A abundância de nematoides parasitos de planta foi justificada pela abundância de plantas (arbóreas e herbácea), cuja concentração de raízes fornece mais alimentos ao parasito (RODRIGUES, 2011). Contudo, diferentemente da Mata de Galeria, a região estudada é composta em sua maioria pela algaroba (*Prosopis juliflora*), que são árvores cujas raízes não se

penetram facilmente em comparação a uma planta herbácea.

Os nematoides bacteriófagos se alimentam de bactérias que decompõem a matéria orgânica do solo. Portanto, a dominância deste grupo trófico especificamente está associada a decomposição da matéria orgânica (MOURA; FRANZENER, 2017;

YADAV; PATIL; KANWAR, 2018).

Os bacteriófagos possuem curto ciclo de vida, produzem grande quantidade de ovos, resultando numa alta taxa populacional em ambientes com alta atividade bacteriana. Possuem alta atividade metabólica, são relativamente tolerantes aos produtos da decomposição da matéria orgânica no solo (BONGERS, 1990).

Tabela 1. Abundância, média, desvio padrão e dominância dos grupos tróficos de nematoides do solo em um fragmento de mata ciliar da Bacia Hidrográfica do Rio Brígida, Parnamirim, PE

Grupo trófico	Abundância	Média	DP	Dominância (%)
Vida livre	18492	616,4	551,3	74,6
Bacteriófagos	13630,5	454,35	421,05	54,99
Micófagos	845,5	28,18	32,75	3,41
Onívoros	4016	133,87	143,66	16,2
Parasitas de planta	6296	209,87	286,56	25,4
Total de Nematoides	24788			100%

Legenda: DP-Desvio padrão

Estatística Descritiva

O coeficiente de variação (CV) é considerado baixo quando inferior a 10%, médio entre 10 e 20%, alto entre 20 e 30% e muito alto quando superior a 30% (PIMENTEL GOMES, 2000). Os valores encontrados demonstram que a dispersão dos dados é considerada alta e muito alta, exceto o índice de diversidade de Shannon (18,8%) com CV baixo (Tabela 2).

O CV indica o quanto as variáveis são homogêneas ou heterogêneas (Tabela 2). A alta variabilidade dos grupos tróficos e dos índices, oriundos dos nematoides, é atribuída a reprodução dos microrganismos que não é constante, tornando sua variação heterogênea na área. Portanto, é comum encontrar CV alto em estudos com nematoides (CARDOSO et al., 2011).

Outro fator a considerar é a declividade natural que ocorre às margens de rios. Devido ao processo de drenagem presente nesses cursos, que, em conjunto com a lixiviação de partículas, nutrientes e organismos do solo, fazem essas áreas terem aspecto heterogêneo ao longo de sua extensão, influenciando nas variáveis bióticas e abióticas (GOENSTER-JORDAN et al, 2018).

O teste de aderência a normalidade Kolmogorov-Smirnov (KS) mostrou que apenas os nematoides parasitos de planta apresentaram distribuição não

normal (Tabela 2), revelados pelos menores valores do maior erro em relação ao valor crítico (0,24, para $\alpha = 0,05$). Dados que apresentam distribuição normal fornecem maior precisão nas estimativas da krigagem, no entanto, a geoestatística pode ser efetuada em dados que não apresentam distribuição normal.

Além do teste de aderência, pode-se ter uma ideia da normalidade dos dados observando a variação entre os valores da média e mediana, quanto mais próximos menor a variação dos dados, e também dos coeficientes de assimetria e curtose, o primeiro avalia o grau de desvio e o segundo o grau de achatamento de uma curva. Os valores da assimetria ficam em torno de 0 e a curtose em torno 3, no entanto, valores maiores significam que os dados têm comportamento diferente de uma curva de distribuição normal.

Ao observar o comportamento dos dados (Tabela 2) nota-se, como já citado, que os nematoides parasitos de planta possuem distribuição não normal, ao contrário das demais variáveis avaliadas. Também é visto que os valores das médias e medianas de micófagos e onívoros não estão próximos e mesmo assim passaram no teste de normalidade.

A normalidade dos dados é fator importante para se avaliar a distribuição espacial dos dados, no entanto, a relação de fatores ambientais com os nematoides e a reprodução destes microrganismos influenciam na

distribuição espacial dos nematoides. Sendo assim, como apenas os parasitos de planta não apresentaram distribuição normal foi efetuada a análise geoestatística em todos os grupos tróficos.

Os valores indicados pelo índice de dominância

de Simpson, mostram que existe poucas espécies de nematoides comuns distribuídas na área, independente da região. Já a razão micófagos/bacteriófagos (Mi/Ba) próximo a zero indica que a decomposição de matéria orgânica ocorre por via bacteriana.

Tabela 2. Estatística descritiva das variáveis analisadas e calculadas de um solo em um fragmento de mata ciliar da Bacia Hidrográfica do Rio Brígida, Parnamirim, PE

	Max.	Mín	Média	Mediana	Variância	SD	CV(%)	C o e f . Curtose	C o e f . Assimetria	Kolmogorov-Smirnov	
										Maior erro	Normalidade (valor crítico = 0,24)
Umidade (%)	30,24	11,74	17,05	16,07	17,87	4,28	24,79	2,34	1,54	0,170	Normal
Carbono Orgânico (g kg ⁻¹)	15,87	3,49	9,49	9,07	12,88	3,59	37,82	-1,29	0,08	0,160	Normal
Bacteriófago	1991	60	4,54	3,49	177285	421,05	9274,28	3,94	1,96	0,219	Normal
Micófago	115,5	0	28,18	16,5	1072,59	32,75	116,22	0,51	1,22	0,195	Normal
Onívoro	672	0	133,87	87,5	20638,46	143,66	107,31	4,29	2	0,237	Normal
Parasitos de Planta	1479,5	18	209,87	147	82116,22	286,56	136,54	10,33	3,1	0,258	Não Normal
Índices Ecológicos											
Índice de dominância de Simpson	0,58	0,19	0,312	0,3	0,008	0,095	30,312	0,934	0,185	0,139	Normal
Índice de diversidade (H')	2,01	0,75	1,436	1,42	0,07301	0,27	18,821	-0,0732	-0,131611	0,068	Normal
Índice de diversidade trófica (T)	5,37	1,72	3,463	3,335	0,88114	0,939	27,109	0,0762	-0,952557	0,088	Normal
Razão Micofago/ Bacteriófago (Mi/Ba)	0,33	0	0,083	0,044	0,0094	0,097	116,87	1,145	0,016	0,196	Normal

Legenda: Max - valor máximo, Min - valor mínimo, DP -Desvio padrão, CV - Coeficiente de variação

Distribuição espacial de grupos tróficos, índices ecológicos e variáveis do solo

A avaliação da estrutura da dependência espacial foi realizada por meio dos parâmetros dos semivariogramas teórico (Tabela 3). A razão Mi/Ba foi a única que apresentou efeito pepita puro (EPP), ou seja, provavelmente o espaçamento utilizado para amostragem não foi suficiente para detectar distribuição espacial para esta variável e também, desta forma não é possível efetuar o mapeamento da área para esta variável, já os demais parâmetros apresentaram distribuição espacial. O modelo exponencial se ajustou melhor aos dados.

O índice de Simpson (K) apresentou o menor alcance (19,05 m), enquanto, o índice de Shannon-Weaver (H') apresentou o maior (143,97 m) (Tabela 3). Em outras palavras, o alcance seria a distância na qual se pode detectar a distribuição espacial e pode

variar de acordo com a variável estudada, com o manejo aplicado e com o tempo.

Quase todas as variáveis apresentaram GDE forte, exceto os nematoides parasitos de planta e o índice de diversidade que apresentaram GDE moderado. Cambardella et al (1994) descreve que quanto menor o grau de dependência (GDE) maior a dependência espacial entre as amostras, em outros termos, todas as variáveis que apresentaram GDE forte possuem maior dependência espacial.

Mapas de grupos tróficos, índices ecológicos e variáveis do solo

Nos mapas pode-se observar as regiões de maior densidade populacional de nematoides, assim como, de concentrações das demais variáveis (Figura 2). Além da umidade, bacteriófagos, onívoros, parasitos de planta e o índice de Shannon-Weaver apresentam os maiores valores às margens do rio, já o carbono orgânico do solo possui distribuição mais homogênea na área.

Tabela 3. Parâmetros de semivariograma para as propriedades do solo, os grupos tróficos de nematoides e os índices ecológicos

	M o d e l o Ajustado	C0	C0 +C1	A0	C 0 / [C0+C1]	r ²	GDE	Jack-Knifing Média	DP
Umidade	Gaussiano	7.44	30.03	73.75	0.248	0.994	Forte	0.101	0.975
Carbono Orgânico	Exponencial	0.35	12.23	22.74	0.029	0.274	Forte	0.043	0.863
Bacteriófago	Esférico	20400	314700	58.17	0.065	0.981	Forte	0.174	0.908
Micófago	Exponencial	130	1171	23.7	0.111	0.868	Forte	0.273	1.037
Onívoro	Gaussiano	11600	54300	80.86	0.214	0.984	Forte	0.163	1.078
Parasitas de Planta	Gaussiano	32700	116500	68.32	0.281	0.937	Moderado	0.056	1.045
Índices Ecológicos									
Índice de dominância de Simpson (λ)	Exponencial	0.0005	0.0092	19.05	0.054	0.661	Forte	0.146	0.96
Índice de diversidade	Exponencial	0.0491	0.1157	143.97	0.424	0.862	Moderado	0.132	0.987
Índice de diversidade trófica (T)	Esférico	0.064	0.947	19.2	0.068	0.965	Forte	0.121	1.004
Razão Bacteriófago (Mi/Ba)	Micófago/ EPP	-	-	-	-	-	-	-	-

C0- efeito pepita, C-Patamar, C1-Contribuição, A0-Alcance, r²-coeficiente de determinação, GDE-grau de dependência espacial, DP-Desvio padrão em Jack-Knifing

Os bacteriófagos (Figura 2C), grupo dominante na área, concentram-se em uma região próxima ao rio com maiores valores de carbono orgânico (Figura 2B) e umidade (Figura 2A). Os bacteriófagos têm sido associados a solos úmidos e com maior diversidade vegetal, favorecidos pela matéria orgânica oriundas da vegetação (BRIAR et al., 2012).

A região com maiores valores do índice de dominância de Simpson (λ) (Figura 2G) se localiza entre as regiões onde se encontram os parasitas de plantas (Figura 2F) e os bacteriófagos. O índice de dominância de Simpson foi desenvolvido para atribuir maior peso às espécies mais comuns (MELO, 2008), e essas espécies pertencem aos dois grupos dominantes na área do presente estudo.

O índice de diversidade de Shannon (H') (Figura 2H), possui maior concentração da margem do rio para o centro da área estudada, coincidindo com a região com maior densidade populacional de micófagos (Figura 4E). Esse índice caracteriza-se por atribuir peso igual a espécies raras, o que ocorre com alguns gêneros de micófagos na área estudada.

O índice de diversidade trófica (T) (Figura 2I) possui maiores valores na região central do mapa, onde a concentração de do índice de shannon (H)

e micófagos é maior e a dos demais grupos tróficos é menor. Devido, exatamente a possuir menor população de nematoides nessa região do mapa. Pode-se observar que é uma região onde se encontra espécies raras (índice de shannon).

CONCLUSÃO

1. Os nematoides bacteriófagos são dominantes na área estudada;
2. A decomposição da matéria orgânica no solo ocorre por via bacteriana;
3. A maior concentração dos nematoides bacteriófagos, onívoros e parasitos de planta ocorre em áreas mais próxima ao rio;
4. A distribuição de micófagos ocorre principalmente na região central da área;
5. Os maiores valores de umidade são encontrados nas proximidades do rio, assim como o carbono do solo, que possui distribuição mais homogênea na área;
6. O índice de Simpson e os de shannon e de diversidade trófica se posicionam em regiões opostas no mapa;
7. Os nematoides bacteriófagos, parasitos de planta, onívoros e micófagos possuem maiores valores nas mesmas regiões que a umidade e o carbono orgânico do solo.

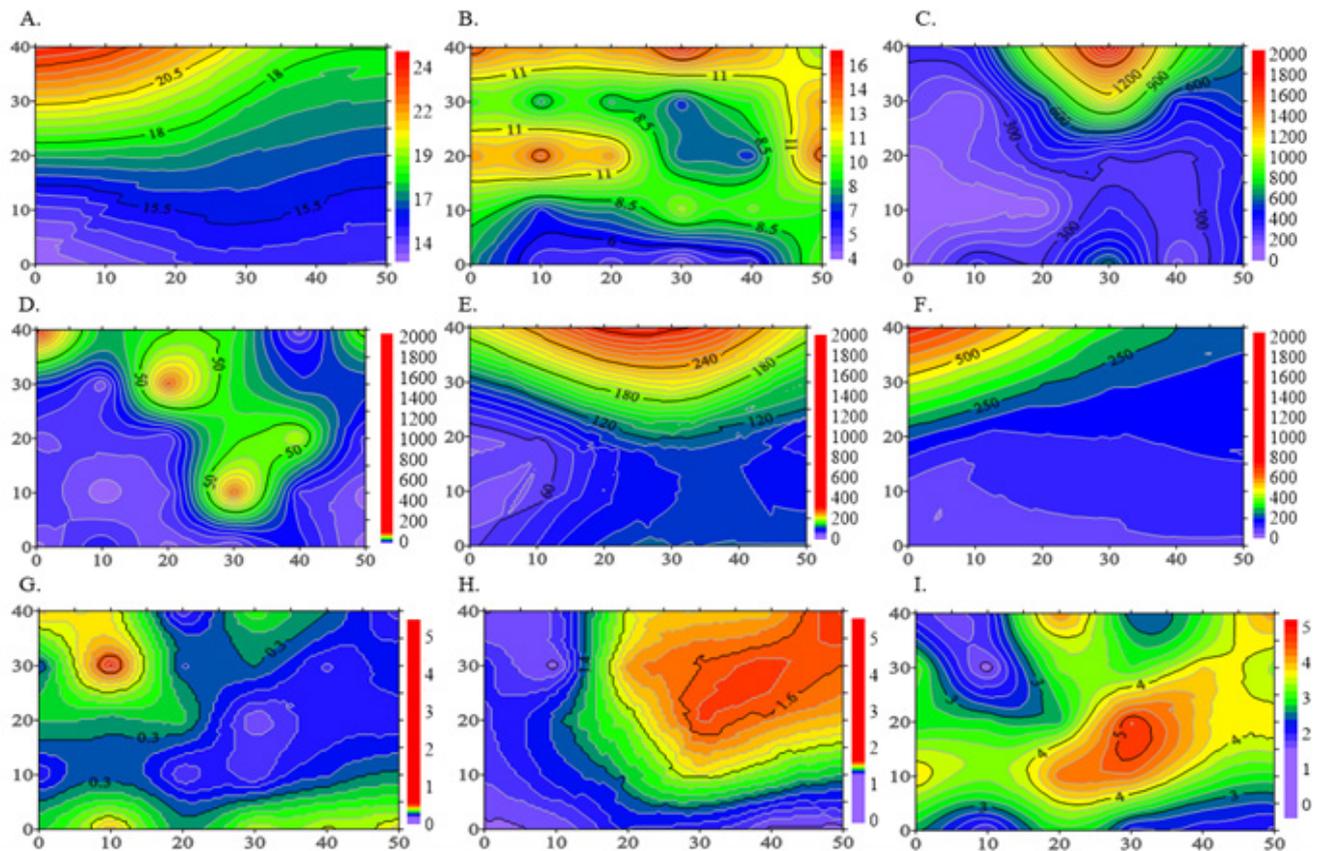


Figura 2. Mapas de contorno (krigagem) para a umidade (%) (A), carbono orgânico (g kg^{-1}) (B), nematoides (em número por cm^3 de solo) bacteriófagos (C), micrófagos (D), onívoro (E), parasitos de planta (F), índices de dominância de Simpson- λ (G), de diversidade de Shannon-Weaver- H' (H), de diversidade trófica-T (I)

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, ao CNPq, a FACEPE pelo financiamento da pesquisa, ao Programa de Engenharia Agrícola (PGEA/UFRPE) e ao Programa de Educação Tutorial da UFRPE (PET AgroEnergia).

LITERATURA CITADA

BONGERS, T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia*, v.83, n.1, p.14-19, 1990.

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.

BRASILEIRO, R. S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. *Scientia Plena*, v.5, n.5, p.1-12, 2009.

BRIAR, S. S.; CULMAN, S. W.; YOUNG-MATHEWS, A.; JACKSON, L. E.; FERRIS, H. Nematode community responses to a moisture gradient and grazing along a restored riparian corridor. *European Journal of Soil Biology*, v.50, p.32-38, 2012.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society America Journal*, v.58, p.1501-1511, 1994.

CARDOSO, M. O.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; SILVA, E. F. F.; BARROS, P. A. Effects of soil mechanical resistance on nematode community structure under conventional sugarcane and remaining of Atlantic Forest. *Environmental Monitoring and Assessment*, v.184, n.6, p.3529-3544, 2011.

- CARDOSO, M. O.; PEDROSA, E. M. R.; FERRIS, H.; ROLIM, M. M.; VICENTE, T. F. S.; DAVID, M. F. L. Comparing sugarcane fields and forest plots: the effect of disturbance on soil physical properties and nematode assemblages. **Soil Use and Management**, v.31, p.397–407, 2015.
- CRESSIE, N. **Statistics for spatial data**. New York: Iowa State University, 1991. 920p.
- DEUTSCH, C. V.; JOURNAL, A. G. **GSLIB Geostatistical Software Library and User's Guide**. 2.ed. New York: Oxford University Press, 1998. 369p.
- GOENSTER-JORDAN, S.; JANNOURA, R.; JORDAN, G.; BUERKERT, A.; JOERGENSEN, R. G. Variabilidade espacial das propriedades do solo na planície de inundação de um oásis de rio nas montanhas Altay da Mongólia. **Geoderma**, v.330, p.99-106, 2018.
- GUTIÉRREZ, C.; FERNANDÉZ, C.; ESCUER, M.; CAMPOS-HERRERA, R.; RODRÍGUEZ, M. E. B.; CARBONELL, G.; MARTÍN, J. A. R. Effect of soil properties, heavy metals and emerging contaminants in the soil nematodes diversity. **Environmental Pollution**, v.213, p.184-194, 2016.
- JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Iowa-United States, v.48, p.692, 1964.
- JIANG, Y., LIU, M., ZHANG, J., CHEN, Y., CHEN, X., CHEN, L., ET AL. Nematode grazing promotes bacterial community dynamics in soil at the aggregate level. **The ISME Journal**, v.11, p.2705–2711, 2017.
- JOURNAL, A. G. **Fundamentals of Geostatistics in Five Lessons**. 8.ed. Washington: Short Courses in Geology, 1989. 40p.
- MATHERON, G. Principles of Geostatistics. **Economic Geology**, v.58, n.8, p.1246-1266, 1963.
- MOURA, G. S.; FRANZENER, G. Biodiversity of nematodes biological indicators of soil quality in the agroecosystems. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.84, p.1-8, 2017.
- MELO, A. S. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotropica**. v.8, n.3, p.21-27, 2008.
- NASCIMENTO, S. P. G.; SILVA, J. M.; SANTOS, E. O.; SILVA, P. V. M.; SANTOS, J. R. U.; SANTOS, T. M. C. Impactos ambientais da produção vegetal no processo de desertificação do semiárido alagoano: o caso de Ouro Branco-AL. **Revista Ciência Agrícola**, v.16, p.31-35, 2018.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 14.ed. Piracicaba: Degaspari. 2000. 477p.
- RODRIGUES, C. S. **Comunidades de nematodes associadas às principais fitofisionomias do cerrado do parque nacional de Brasília**. 2011. 67f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- SILVA, E. R. A. C.; GALVÍNCIO, J. D.; NASCIMENTO, K. R. P.; SANTANA, S. H. C.; SOUZA, W. M.; COSTA, V. S. O. Análise da tendência temporal da precipitação pluviométrica interanual e intra-anual no semiárido pernambucano. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.22, p.76-98, 2018.
- SILVA, J. V. C. L.; HIRSCHFELD, M. N. C.; 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.103474-103482, 2020.
- TEIXEIRA, P. C. DONAGEMMA, G. K. FONTANA, A. TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 573p.

VANDEGEHUCHTE, M. L.; SYLVAIN, Z. A.; REICHMANN, L. G.; DE TOMASEL, C. M.; NIELSEN, U. N.; WALL, D. H.; SALA, O. E. Responses of a desert nematode community to changes in water availability. **Ecosphere**, v.6, n.3, p.1-15, 2015.

VAUCLIN, M.; VIEIRA, S. R.; VACHAUD, G.; NIELSEN, D. R. The use of cokriging with limited field soil observations. **Soil Science Society of America Journal**, v.47, p.175-184, 1983.

YADAV, S.; PATIL, J.; KANWAR, R. S. The Role of Free Living Nematode Population in the Organic Matter Recycling. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v.7, n.6, p.2726-2734, 2018.

YEATES G. W.; BONGERS, T.; GOEDE, R. G. M.; FRECKMEN, D.W.; GEORGIEVA, S. S. Feeding-habits in soil nematode families and genera: an outline for ecologist. **Journal of Nematology**, v.25, n.3, p.315, 1993.

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, n.1, p.1467-1476, 1988.

ZHAO, J.; WANG, X.; WANG, X.; FU, S. Legume-soil interactions: legume addition enhances the complexity of the soil food web. **Plant and Soil**, v.385, n.1-2, p.273–286, 2014.

ZAVISLAK, F. D.; ARAÚJO, D. V.; MACIEL, V. A.; OLIVEIRA, K. C. L. Diversidade de nematoides em agroecossistema do algodão no Mato Grosso. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.8, n.1, p.129-139, 2017.