



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

DJAYANA KARLA CAVALCANTI DE FIGUERÊDO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

**RECIFE
2018.2**

DJAYANA KARLA CAVALCANTI DE FIGUERÊDO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

**DIVERSIDADE DE NEMATOIDES EM RELAÇÃO A DIFERENTES
ÁGUAS RESIDUÁRIAS**

Relatório apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco Pernambuco, como pré-requisito para obtenção de nota da disciplina Estágio Supervisionado Obrigatório, sob orientação da Professora Elvira Maria Regis Pedrosa.

**RECIFE
2018.1**

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

N972t Figuerêdo, Djayana Karla Cavalcanti de.
Diversidade de nematóides em relação a diferentes águas
Residuárias / Djayana Karla Cavalcanti de Figuerêdo. – Recife,
2018.
33 f.: il.

Orientador(a): Elvira Maria Regis Pedrosa.
Coorientador(a): Carolina de Lima França.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia
Agrícola, Recife, BR-PE, 2019.
Inclui referências.

1. Nematoides 2. Águas residuárias 3. Fertirrigação 4. Algodão
I. Pedrosa, Elvira Maria Regis, orient. II. França, Carolina de Lima,
coorient. III. Título

CDD 630

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

DIVERSIDADE DE NEMATOIDES EM RELAÇÃO A DIFERENTES ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Nome e assinatura do aluno

Nome e assinatura do orientador

Nome e assinatura do supervisor (se for o caso)

AGRADECIMENTOS

É a direção da vela, e não o sopro da tempestade, que determina o seu curso na vida.

Randy Davis

E concluindo mais uma etapa da minha vida, lá vou eu...

Primeiramente, agradeço a meu Deus por ter me dado paciência e coragem pra enfrentar todos esses anos de graduação.

A meus pais que sempre me incentivaram, e foram a base da minha vida, assim como minha irmã Djana que me deu todo auxílio quando eu precisei.

A todos os professores e colegas, em especial, Dra. Elvira Maria e suas pupilas Carolina França, Carmem Abade, que me ensinaram bastante e passaram um pouco de sua experiência acadêmica.

Àquelas, também, que cuidaram muito bem de mim, me apoiando sempre, Lara Ramos, Natalice Costa e Rosane Jamile.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Caracterização química do solo da área experimental em Ibimirim, PE 2015;

11

Tabela 2- Abundância, média, desvio padrão e dominância de cada grupo trófico de nematoides encontrados nos respectivos tratamentos.

LISTA DE ABREVIATURAS

CO – Monóxido de Carbono;

DBO – Demanda Biológica de Oxigênio;

ETE – Estação de Tratamento de Esgotos ou Estação de Tratamento de Efluentes;

DEAGRI – Departamento de Engenharia Agrícola;

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco;

PP – Nematoides parasitas de Plantas;

BAC – Nematoides bacteriófagos;

MIC – Nematoides micófagos;

ONI – Nematoides onívoros;

PRED – Nematoides predadores;

UASB – Unidade Reator de Fluxo ascendente.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	08
2. OBJETIVOS	09
2.1. Objetivo Geral	09
2.2. Objetivos Específicos	09
3. REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1. Nematoides como bioindicadores	10
3.2. Algodão	14
3.3. Efluentes	17
4- METODOLOGIA	21
4.1. Área de Estudo	21
4.2. Atividades Desenvolvidas	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6. CONCLUSÃO	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente utilização da prática de reuso de águas de efluentes tratados na irrigação da cultivar de algodão BRS RUBI, surge a necessidade de estudar os efeitos causados no solo, em sua microbiota e seus processos ecológicos. Assim sendo, o presente trabalho relata esse impacto frente aos diferentes tratamentos do efluente, os quais são a água de abastecimento, tratamento do esgoto apenas com filtro, apenas com decanto-digestor com filtro e com o uso combinado da unidade Reator de Fluxo ascendente UASB.

A fim de analisar esses impactos, é necessário estudar indicadores ambientais que, para fins deste trabalho, são elementos estatísticos que representam aspectos do estado do meio ambiente. Os nematoides são seres que podem ser estudados como bioindicadores que, como um tipo de indicador ambiental, representa comunidades biológicas cuja presença e abundância são indicativos de uma determinada condição ambiental. Para Moore e Ruitter (1991), eles têm papel central na cadeia alimentar do solo, influenciando processos ecológicos de vários níveis tróficos, o que os torna úteis fonte de informações envolvendo a estrutura e funcionamento da cadeia alimentar.

Nesse contexto, para obter o resultado esperado ao analisar a microbiota do solo e das raízes das plantas nos diferentes tratamentos do experimento, é preciso adequar o sistema de tratamento do efluente à cultura escolhida, o qual permita proporcionar uma melhor reação dos processos ecológicos envolvidos no solo.

A partir da identificação e quantificação dos nematoides do solo da região e das raízes do algodão BRS RUBI, os quais foram submetidos aos tratamentos já descritos, é possível comparar os resultados e definir o mais eficiente de acordo com sua quantidade.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a influência da adição de efluente de esgoto tratado na comunidade de nematoide.

2.2. Objetivos Específicos

- Extrair os nematoides do solo após a fertirrigação com efluente tratado na cultura do algodão BRS RUBI;
- Contar os nematoides extraídos;
- Identificar as espécies diferentes de nematoides encontrados no solo sob esse tratamento.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Nematoides como bioindicadores

Os Nematoides são parasitas invertebrados não-segmentados pertencentes ao grupo Nemata (CHITWOOD, 1958). Há relatos sobre seus estudos desde o final da década de 50, onde pesquisadores de todo o mundo avançavam na descoberta das diferentes espécies. (NIELSEN, 1967). Segundo Blaxter, a origem filogenética dos nematoides está entre os Eukarya (BLAXTER et al., 1998), mais intimamente relacionados aos Rotíferos, Gastrotrínicos e Nematophora. São considerados pseudoquelombos triploblásticos, uma vez que possuem três camadas no corpo: ectoderme, mesoderma e endoderma. (COLLEMAN; WALL, 1989)

Estes microrganismos vivem em grande quantidade nos habitats bentônicos marinhos ou de água doce, na terra e como parasitas em hospedeiros vegetais e animais. São encontrados em todos os tipos de ambientes, até mesmo em desertos, altas montanhas e profundezas de oceanos (BARNES, 2004). Esse tipo de parasita compõe o grupo mais diverso e abundante no reino animal, de forma que quatro em cada cinco animais do planeta são nematoides (BONGERS; FERRIS, 1999).

Segundo Barker (1998), existem mais de 15.000 espécies descritas, representando somente uma pequena porção dentro do filo Nematoda. (BARKER, 1998). Apesar desses seres vivos conseguirem adaptar-se às variadas mudanças que ocorrem no ambiente promovidas por diversos fatores (como estresse climático, melhoramento genético, fisiologia das plantas e manejo dos cultivos), alguns aspectos afetam diretamente a sobrevivência dos mesmos, como a umidade do solo, a umidade relativa e fatores ambientais. (BLAKELY et al., 2002).

Os nematódeos terrestres se apresentam em grande número na superfície do terreno, e sua população diminui com o aumento da profundidade. Apesar disso, esses parasitas encontram-se em maior número próximo às raízes das plantas. (BARNES, 2005)

Os nematoides do solo podem ser classificados de acordo com seu nível trófico alinhado a seus hábitos alimentares, os quais são identificados pela análise da morfologia da cavidade bucal e região anterior (YEATES et al., 1993). Esses autores consideram que os principais grupos tróficos são fitoparasitas, micófagos, bacteriófagos, predadores e onívoros.

Dentre esses invertebrados, os que são de vida livre podem ser chamados de predadores e comedores de animais, caracterizados pela ingestão de outros microrganismos como bactérias (bacteriófagos), algas (algívoros), protozoários (protozoófagos), minhocas oligoquetas (oligoquetófagos) e até mesmo outros nematoides (nematófagos). (KIMATI, 1995).

Os fitoparasitas são importantes patógenos de plantas, como os fitonematoides que parasitam órgãos aéreos de plantas, as folhas, caules e especialmente os órgãos subterrâneos, como as raízes, bulbos, tubérculos e rizomas. (FREITAS; NEVES; OLIVEIRA, 2007).

Segundo Noe (2004), os nematoides de vida livre reciclam nutrientes no solo e são componentes importantes do ecossistema, degradando e mineralizando a matéria orgânica. Estes são frequentemente utilizados pelos ecologistas como indicador de qualidade do ecossistema.

Nesse contexto, nas cadeias alimentares, a presença dos nematoides é pouco importante para o fluxo de energia no solo, porém realizam papel fundamental como reguladores de taxas ou velocidade de transformações, como a decomposição da matéria orgânica. (WHITFORD et al., 1982).

A identificação dos nematoides por espécie em cada grupo funcional é necessária e permite avanços no entendimento de processos oriundos das mudanças climáticas e resiliência do ecossistema. Isso ocorre uma vez que as alterações climáticas em temperatura e CO (monóxido de carbono) influenciam na distribuição de alimentos para esses microrganismos. A partir de ajustes da sua alimentação e das estratégias reprodutivas pode-se utilizar esses microrganismos como indicadores de condição de uso da terra. (YEATS, 2003; RITZINGER; FANCELLI, 2010)

Os nematoides têm papel central na cadeia alimentar do solo, influenciando processos ecológicos de vários níveis tróficos (MOORE; RUITER, 1991). Isso permite a eles o potencial de informações úteis da estrutura e funcionamento da cadeia alimentar do solo. (FERRIS et al., 1999; RITZ; TRUDGILL, 1999; NEHER, 2001).

Nesse contexto, os nematoides que não vivem dentro do hospedeiro, raízes ou insetos, são protegidos pela umidade do solo, mas ficam sujeitos à desidratação mais rápida, enquanto esse solo perde umidade, seja por meio de aumento da temperatura, seja por meio do manejo (CHRISTIE, 1959). Da mesma forma, a presença de plantas de algodoeiro influencia na densidade e a composição populacional de *Rotylenchus reniformis*, contudo, a temperatura do solo afeta diretamente a abundância da população desse nematoide.

Os bacteriófagos e micófitos, por se alimentarem de bactérias e fungos, contribuem para a mineralização de nutrientes no solo (FERRIS et al., 1996; INGHAM et al., 1985). Os nematoides bacteriófagos também promovem a colonização da rizosfera de bactérias benéficas (KIMPINSKI; STURZ, 1996)

Os nematoides predadores regulam a teia alimentar atacando outros nematoides e invertebrados no solo enquanto os onívoros podem influenciar múltiplos níveis tróficos (ZIMMERMAN; CRANSHAW, 1990)

Uma pequena fração da comunidade bacteriana é ingerida pelos nematoides bacteriófagos. Dessa forma, não há grande redução das bactérias que promovem as transformações químicas de nutrientes do solo que as plantas necessitam. Ou seja, o impacto global sobre a comunidade bacteriana é pequeno por causa das rápidas taxas de renovação das mesmas (BORCHARDT; BOTT, 1995; BERGTOLD; TRAUNSPURGER, 2005; GIENE, 2009).

O ambiente biologicamente equilibrado para o crescimento das plantas de forma geral, é composto predominantemente pelos nematoides de vida livre, bacteriófagos, micófitos e predadores de animais, e os fitoparasitas existindo em menor proporção, o que promove a redução de ataque nas plantas.

Algumas espécies de parasitas de plantas são reconhecidas por seus danos às culturas agrícolas e plantações florestais, são parasitas obrigatórios das plantas e se alimentam interna ou externamente de suas raízes. Os efeitos causados são geralmente específicos em cada espécie e incluem alterações que podem ocorrer na morfologia das raízes, no transporte de água e no metabolismo. (COLLEMAN; WALL, 1989)

No geral, os parasitas de planta que afetam mais comumente à produção mundial de algodão são *Meloidogyne incognita*, *R. reniformis*, *Pratylenchus brachyurus*, *Hoplolaimus columbus* e *Belonolaimus longicaudatus* (BRIDGE, 1992; STARR, 1998; STARR et al., 2007).

Nesse contexto, há constante ocorrência da meloidoginose, nematoide das galhas, em solos de clima quente, localizados em regiões tropicais e subtropicais, devido a sua faixa de desenvolvimento ideal ser entre 25°C e 30°C. A textura dos solos arenosos e médio-argilosos é outro importante fator para a ocorrência desse nematoide (STARR, 1998; ASMUS, 2004; ASMUS et al., 2015).

Os nematoides das galhas têm capacidade de sobreviver em ambientes cuja planta hospedeira não se encontra, tendo em vista que as daninhas podem servir como hospedeira principal no período da entre safra da cultura, podendo conseguir sobreviver até 12 meses (STARR, 1998; ASMUS et al., 2015; DAVIS; WEBSTER, 2005).

Os tipos de nematoides que são onívoros atravessam os limites da alimentação em mais de um nível trófico por vez ou simultaneamente e/ou em diferentes fases da vida. Por exemplo, alguns podem ser carnívoros, bem como a alimentação bacteriana, bem como alimentação em eucariotas unicelulares. Algumas espécies de nematoides podem ser onívoros ao longo do seu desenvolvimento. (HELLWIG-ARMONIES et al., 1991).

3.1.1 Abundância e dominância

A abundância é um fator estatístico importante para a identificação da quantidade de indivíduos que existem em uma determinada área. Como no trabalho

de (ZAVISLAK, 2017), ao identificar as diferentes espécies de nematoides presentes no solo de um cultivo de algodão no Mato Grosso, constatou que, a partir de duas coletas, dois litros de solo, há disposição de sete diferentes gêneros e ao todo cerca de 4.400 indivíduos.

A dominância é um outro fator estatístico que expressa a quantidade estabelecida pela abundância em porcentagem. Da mesma forma, ainda no experimento de (ZAVISLAK, 2017), constatou-se que a maior abundância de nematoides foi do gênero *Helicotylenchus*, que representou uma dominância de 64,77% do total.

3.2 Algodão

A espécie do algodão naturalmente colorido tem sua origem há mais de 4.500 anos, quando os antigos tecelões fiavam os tipos verde e marrom. Este se adaptou bem ao clima seco e tropical do semiárido nordestino (RAMOS, 2018).

O algodão BRS vem sendo modificado através do melhoramento genético com objetivo de torná-lo mais totalmente natural e diversificado. Os tipos mais cultivados na região nordeste, além do algodão branco (*Gossypium hirsutum* L.), é o algodão BRS, os quais apresentam-se em cinco cores: o marrom, o verde, o rubi, o topázio, e o safira (RAMOS, 2018; CARVALHO et al. 2014).

Estas variedades têm sido produzidas desde os anos 2000 por agricultores familiares, especialmente na Paraíba, onde se localiza a sede da responsável majoritária pelas pesquisas, a agência Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Algodão (BELTRÃO; CARVALHO, 2004)

A cultura do algodão colorido ganhou espaço tanto em manejo convencional quanto pela agricultura familiar devido a sua aceitabilidade e valor econômico no mercado ser maior do que do algodão branco, o qual é valorizado, principalmente, por ser cultivado organicamente, sem o uso de insumos e fertilizantes químicos (CARVALHO, 2011; DE MORAIS et al. 2010).

Cooperativas na região do Nordeste como a COOPNATURAL trabalham com agricultores através da prefeitura de Campina Grande-PB, com o objetivo de

organizar seus credenciamentos para o cultivo da cultura. As atividades dos artesãos da região se beneficiam diretamente por fazerem o uso contínuo do algodão colorido BRS, o qual fornece qualidade aos seus produtos (RAMOS, 2018).

Até o ano de 2016 já foram lançadas seis cultivares pela Embrapa, a primeira foi a BRS 200 de fibra marrom claro, lançada no ano 2000. Em seguida, foram lançadas as cultivares BRS Verde, em 2003, BRS Rubi e BRS Safira, em 2005, de fibra marrom avermelhada. Em 2010 foi lançada a BRS Topázio, de coloração marrom claro. Em 2015, foi lançada outra variedade, chamada de BRS Jade, de fibra mais clara que a BRS Safira, porém mais produtiva e com maior qualidade de fibra (CARVALHO, 2016).

Essas variedades foram obtidas a partir do cruzamento de plantas de algodão branco de alta qualidade para a indústria têxtil com variedades silvestres de fibras coloridas (principalmente marrom e verde) existentes na natureza, mas com baixa fiabilidade. (CARVALHO, 2016)

A cultivar BRS Rubi foi desenvolvida a partir de cruzamentos entre a espécie de fibra marrom-escura e a cultivar de fibra branca CNPA 7H, que é de boa qualidade e adaptada às condições do Nordeste. Após alguns ciclos de seleção, foram obtidas linhagens, dentre as quais foi destacada a linhagem CNPA 1 – 22 devido à sua cor marrom-escura da fibra e produtividade, que se tornou a cultivar BRS Rubi, lançada no ano de 2005 (CARVALHO, 2011).

Essa cultivar destina-se primordialmente à região Nordeste, onde há baixa incidência de doenças. Apesar de sua alta produtividade, algumas características da fibra, como o percentual de fibra, o comprimento e a resistência, encontram-se abaixo dos padrões desejados para uma cultivar de fibra média, mas esses atributos não têm afetado sua fiação na indústria (CARVALHO, 2011).

A produtividade desta cultivar é de 1.500 kg/ha a 1.900 kg/ha em sequeiro, com chuvas de 600mm/ano a 800mm/ano bem distribuídas, ou de 3.500kg/ha sob irrigação. Seu ciclo varia de 120 dias a 140 dias, com produção de plantas cuja altura média é de 1,1m (CARVALHO, 2011).

Os lançamentos constantes de grandes volumes de esgotos domésticos urbanos sem nenhum tratamento no meio ambiente causam incontáveis impactos negativos, sobretudo ambientais e de saúde pública. Devido a isso, há a necessidade de desenvolver alternativas para viabilizar o reuso de águas residuárias, de forma que beneficie o meio ambiente e promova retorno econômico (VAN DER HOECK et al., 2002).

Uma boa alternativa à utilização dessas águas é a prática da fertirrigação, especialmente em culturas cujo produto não tem uso comestível, como no caso do algodão. As vantagens dessa prática podem ser a reciclagem dos nutrientes e a colaboração com o meio ambiente. Por outro lado, se não for bem executado, o manejo pode causar efeitos nocivos como a salinização e contaminação das águas subterrâneas (VAN DER HOECK et al., 2002).

Bezerra (2009) analisou aspectos do crescimento da cultura do algodão, como a fitomassa, área foliar e os índices de vegetação, uma vez irrigado com águas residuárias provenientes de esgotos domésticos da cidade de Campina Grande e com águas de abastecimento. Em sua conclusão, o mesmo afirma que as águas residuárias provenientes de esgotos urbanos pré-tratados têm efeito fertilizantes sobre a cultura do algodão, tornando-se, dessa forma, uma alternativa relevante na adoção de prática de fertirrigação, principalmente de culturas cujos produtos não se destinam ao consumo humano.

Para utilizar-se dos efluentes tratados na irrigação, a Resolução nº 54 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) afirma que os padrões devem englobar parâmetros físicos, químicos e microbiológicos (BRASIL, 2005).

Santos (2015) investigou os efeitos causados pela irrigação com dois tipos de água e adubação nitrogenada no crescimento, desenvolvimento e produção do cultivar algodão BRS TOPÁZIO (*Gossypium hirsutum L.*). Este trabalho levou à conclusão de que os efluentes domésticos tratados em reator UASB promovem melhor crescimento e desenvolvimento da área foliar, diâmetro caulinar e altura da planta decorrente da concentração de nitrogênio e fósforo no efluente. De forma que o algodão irrigado apresentou alta produtividade, demonstrando a viabilidade desta

prática. Além disso, o autor aponta que a dose de nitrogênio de 40 kg.ha⁻¹, característico do esgoto sanitário tratado, favorece o melhor desenvolvimento das variáveis de crescimento do algodoeiro e sua produção.

3.3 Efluentes

O grande volume de lançamento de efluentes sem tratamento de qualquer natureza tem causado impactos ambientais relevantes no solo e na água, afetando a vida humana, a fauna e a flora local ou até mesmo global. Diante dessa problemática, Souza et al. (2016) sugerem que a utilização de águas residuárias tratadas é uma alternativa à produção agrícola e à distribuição de alimentos, principalmente nas regiões semiáridas.

Para adequar essa prática de reuso, é preciso atender às exigências da legislação atual em relação às características do sistema de tratamento de esgoto adotado, aos parâmetros que possam restringir o tipo de reuso, aos requisitos ambientais e de saúde pública, aos aspectos sociais da população e às normas institucionais vigentes. (SOUZA et al., 2018)

A resolução nº430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama dispõe as normas que estabelecem critérios de lançamento de efluente. De acordo com o dispositivo normativo, o sistema utilizado não deve prezar apenas pelo fator econômico, mas também pela qualidade do efluente. (BRASIL, 2011).

Os tanques sépticos ou decanto-digestores são exemplos de reatores precursores do tratamento anaeróbio de esgotos. Utilizados normalmente em combinação com outra unidade de tratamento, esses aparelhos são muito utilizados em áreas urbanas desprovidas de rede coletora pública de esgoto sanitário, ou até mesmo para atender unidades que geram vazões relativamente pequenas. (ANDRADE et al., 1999).

Esses tanques podem ser simples ou divididos em compartimentos horizontais ou verticais, que têm por objetivo reter, através da decantação, os sólidos contidos nos efluentes, além de propiciar a decomposição dos sólidos orgânicos decantados

no seu próprio interior. Os resíduos em seu interior acumulam-se temporariamente até que sejam removidos em períodos de meses ou anos. (KATO et al., 1999).

A associação Brasileira de Normas Técnicas (1993) define que o filtro anaeróbio é uma “unidade destinada ao tratamento de esgoto, mediante afogamento do meio biológico filtrante”. Esses filtros são reatores biológicos que compõem um conjunto de material inerte, que dispõe de microrganismos anaeróbio pelo qual o efluente é depurado. CASTRO & SILVA, 2014; KATO et al., 1999) Inclusive, Kato et al. (1999) sugerem que os filtros anaeróbios sejam utilizados no tratamento de esgotos mais solúveis, ou os efluentes que foram retidos os sólidos orgânicos de maiores dimensões em unidade anterior, como, por exemplo, um decanto-digestor.

Com efeito, esses filtros podem ter fluxo ascendente, horizontal ou descendente. Nos de fluxo ascendente, o líquido penetra inicialmente pela base, por um fundo perfurado, e atravessa o material de enchimento, sendo descarregado pelo topo, coletado por canaletas ou por tubos perfurados. Os de fluxo descendente seguem o caminho inverso e seus leitos podem ser afogados ou não. (CHERNICHARO et al., 1999)

Essa combinação de decanto-digestor com filtro anaeróbico compõe uma associação de reatores que propicia arranjos vantajosos, como resistir às variações quantitativas e qualitativas do afluente, removendo os sólidos sedimentáveis e, posteriormente, dissolvendo a matéria orgânica (CHERNICHARO et al., 1999)

O filtro anaeróbio ascendente assemelha-se ao Reator Anaeróbio de Manta de Lodo (UASB) devido ao fato de que o fluxo de ambos segue na mesma direção. Esse reator, denominado UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors), pelo Prof. Gatzke Lettinga, significa em português Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo. (CHERNICHARO et al., 1999). A sua principal diferença é que o UASB não possui suporte para a biomassa e os microrganismos. Devido a isso, os microrganismos são imobilizados através da autoadesão, quando são formados flocos suspensos dispostos em camadas de lodo a partir do fundo do reator (KATO, 1999).

O princípio de funcionamento desse tipo de reator consiste, primeiramente, na inoculação de uma determinada quantia de lodo anaeróbio no reator. Em seguida, inicia-se a alimentação dos efluentes em baixa taxa, ascendentemente. De acordo com a resposta do sistema, ocorre o aumento progressivo dessa taxa, o que normalmente acontece após alguns meses de operação. A ocorrência dos flocos de lodo depende da natureza do lodo de sementeira, das características das águas residuárias e das condições operacionais do reator (CHERNICHARO et al., 1999).

O sistema combinado do UASB com o filtro anaeróbio é muito utilizado em tratamentos de nível mais elevado, quando o objetivo é atingir uma maior eficiência global se comparada com aquela que se obtém em sistemas de nível secundário, como, por exemplo, o tratamento da DBO (demanda biológica de oxigênio) remanescente e outros constituintes do esgoto, como o nitrogênio e o fósforo (KATO et al., 1999).

A aparelhagem responsável por esse processo de tratamento de resíduos é conhecida como estação de tratamento, e, quando referente a esgotos ou efluentes, pode-se chamar também Estação de Tratamento de Esgotos ou Estação de Tratamento de Efluentes (ETE). Esse sistema tem como objetivo separar todas as impurezas, contaminantes e outros da água que os carrega, devendo igualar-se às condições em que se encontra o corpo receptor conforme sua classe, infiltração no solo ou condições de reutilização (NUNES, 2012).

A água de abastecimento, que foi utilizada para efeito de comparação no experimento, é o equivalente à água para o consumo humano independente de sua origem, a qual se destina à ingestão, preparação e produção de alimentos, além da higiene pessoal (BRASIL, 2011).

O Ministério da Saúde define, através da portaria nº 2914/2011, as características adequadas à água de consumo humano, seus procedimentos de controle e de vigilância de qualidade, bem como seu padrão de portabilidade. (BRASIL, 2011).

Ademais, o Ministério da Saúde define outros conceitos importantes:

a) Água tratada como sendo a água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade.

b) Sistema de abastecimento de água para consumo humano como sendo as instalações prediais, bem como equipamentos destinados à produção e ao fornecimento coletivo de água potável.

c) Controle da qualidade da água para consumo humano como sendo o conjunto de atividades regulares, com objetivo de verificar a potabilidade da água fornecida, para assegurar a manutenção desta condição (BRASIL, 2011).

O reuso de esgoto doméstico para irrigação e suprimento nutricional de plantas é uma prática sustentável mundialmente utilizada. Porém, uma vez que há alterações nas propriedades físico-químicas do esgoto doméstico, pesquisadores têm estudado os aspectos de qualidade do solo que podem ser alterados (ALMEIDA NETO et al., 2009; PAES et al., 2013).

No estudo de Barbosa et al. (2018) observou-se que a aplicação de esgoto doméstico tratado na fertirrigação da cana-de-açúcar elevou a condutividade elétrica do extrato saturado, o teor de Na⁺ (cátion de sódio) e a porcentagem de sódio trocável. Além disso, resultou na elevação do carbono da biomassa microbiana, promovendo a redução do coeficiente metabólico. Para efeito de comparação, Vieira et al. (2011) constataram os mesmos resultados que Barbosa et al. (2018) ao fertirrigar a cultura do arroz com efluente rico em matéria orgânica e nutrientes.

4. METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

O experimento foi conduzido em campo, na área de Pesquisa pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola – DEAGRI/UFRPE, denominada Unidade Piloto de Reuso Hidroagrícola de Esgoto Doméstico no Município de Ibimirim – PE, a 333,0 km de Recife. A sede do município está localizada na latitude de 8° 32' 26" Sul, longitude de 37° 41' 25" com altitude média de 401 m na região semiárida do Estado de Pernambuco. O clima da região, de acordo com a classificação de (KÖPPEN, 1948) é do tipo BSw'h', semiárido muito quente, com precipitação média anual de 454,0 mm e temperatura média anual em torno de 24,7 °C.

Os meses mais quentes do ano possuem registros máximos de temperatura que variam de 35 a 40 °C, ocorrendo nos meses de novembro e dezembro, enquanto a temperatura mínima média de aproximadamente 23,0 °C ocorre nos meses de julho a agosto. O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico A moderado e relevo predominantemente plano. A caracterização química do solo (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental em Ibimirim, PE 2015

Prof (m)	P (mg dm ⁻³)	pH (H ₂ O)	Ca	Mg	Na	K	Al	H	CTC	S	m	V
						(cmol _c dm ⁻³)						(%)
0–0,20	25	4,60	1,25	0,75	0,03	0,19	0,15	1,41	3,80	2,20	6	59
0,20–0,40	19	4,30	1,40	0,70	0,04	0,24	0,40	1,74	4,50	2,40	14	53

Fonte: Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), 2015. Pro

4.2 Atividades desenvolvidas

As amostras de solo foram obtidas a partir da coleta de seis parcelas de cada área destinada aos diferentes tratamentos, quais sejam, água de abastecimento, reator UASB, decanto-digestor com filtro anaeróbio e somente filtro anaeróbio.

Após sua obtenção, as amostras foram processadas no Laboratório de Fitonematologia do Departamento de Agronomia da UFRPE. Onde foram homogeneizadas e os nematoides extraídos de alíquotas de 300 cm³ de solo pelo método da flotação centrífuga em solução de sacarose (JENKINS, 1964). As suspensões foram colocadas em frascos e os nematoides mortos por meio do aquecimento dos recipientes em banho-maria a 55 °C, com adição, em seguida, de 1 ml de formaldeído a 37% (massa/volume).

A estimativa populacional foi obtida por meio da contagem em lâminas de Peters, com o auxílio de um microscópio óptico, em duas repetições, cada uma delas correspondendo à metade da área de contagem total da lâmina, o que equivale a, aproximadamente, 0,5 ml cada, e os resultados computados em número de espécimes por 300 cm³ de solo.

Para o estudo da estrutura trófica da nematofauna, os nematoides foram classificados quanto ao hábito alimentar em cinco grupos tróficos (parasitas de plantas, bacteriófagos, micófagos, predadores e onívoros), baseado na morfologia do estoma e esôfago, segundo (YEATES et al., 1993). Os nematoides parasitas de plantas foram identificados em nível de gênero de acordo com (MAI et al., 1996) e os nematoides de vida livre foram identificados a nível de família conforme a chave de identificação de (TARJAN; ESSER; CHANG, 1977).

Após a identificação e contagem dos nematoides, foram calculadas a abundância total, dominância de acordo com as estruturas tróficas: parasito de plantas (PP), bacteriófagos (BAC), micófagos (MIC), onívoros (ONI) e predadores (PRED) (YEATES et al., 1993).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O maior número de espécimes de nematoides ocorreu no tratamento C, utilizando decanto-digestor e filtro anaeróbio (Tabela 2). Enquanto que houve uma quantidade muito inferior na comunidade do tratamento A, utilizando a água de abastecimento, sendo este o menor índice. Este resultado pode relacionar-se ao fato do tratamento A conter uma mínima quantidade de microrganismos vivos, já que seus parâmetros químicos e físicos devem estar alinhados com a legislação.

Os BAC foram a maioria em todos os tratamentos, com 71,81% em A, 56,77% em B, 76,56% em C e 73,51% em D (Tabela 2). O tratamento C, em que ocorreu sua maior abundância, mostrou-se favorável às comunidades de bactérias. De acordo com Reinaldo et al. (2012), ao analisar o desempenho desse sistema, seu efluente tem normalmente pH neutro ou próximo a 7. Nesse contexto, os nematoides bacteriófagos encontram mais alimentos, o que leva sua sobrevivência e multiplicação.

Os PP representaram a maior abundância depois dos BAC, com dominância de 15,69% em A, 19,2% em B, 14,34% em C e 15% em D (Tabela 2). Sua maioria foi encontrada no tratamento de água de abastecimento. Um dos principais fatores que favorecem a abundância dos parasitas de planta é a prática da monocultura agrícola. Zavislak et al. (2018) encontrou em seu estudo na cultura do milho uma dominância bem maior dos parasitas de planta do que a dos micófitos. Zavislak et al. (2018) salienta ainda que locais com distúrbios ecológicos foram decorrentes ao aumento da abundância dos fitoparasitas. Portanto, devido a esses microrganismos serem muito resistentes, é necessário fazer-se um estudo sobre o histórico do local antes de instalar a cultura desejada.

Os tratamentos que apresentaram as mais altas taxas de abundância foram o decanto-digestor com filtro anaeróbio, onde foram contados 2955 indivíduos e o filtro anaeróbio, com 2892 indivíduos (Tabela 2).

É interessante observar que no tratamento decanto-digestor com filtro anaeróbio não foram identificados os PP. Isto pode ter ocorrido devido a uma maior atividade metabólica neste tratamento.

No tratamento do decanto-digestor mais filtro anaeróbio ocorreu maior abundância dos BAC seguidos dos PP, MIC e ONI, sem a constatação dos PRED (Tabela 2). O fato de haver um percentual considerável de PP em todos os tratamentos, exceto Decanto digestor + Filtro anaeróbio, pode estar associado à presença desses microrganismos previamente no local hibernando, ou em ovos. A mesma justificativa também pode ser aplicada à presença dos BAC.

No tratamento UASB os micrófagos tiveram maior abundância, sugerindo que este meio estava mais ácido que os demais. Esta condição propicia melhor condição de multiplicação para os fungos, alimento dos MIC. Morais (2018) observou em seu trabalho que o efluente do reator UASB estava mais ácido do que nos outros tratamentos, devendo este ficar um período de aproximadamente 15 dias para estabilização. O segundo colocado foram os PP, seguidos dos MIC, ONI e PRED, nesta ordem (Tabela 2).

No tratamento utilizando somente o filtro anaeróbio, as maiores abundâncias se deram por BAC, PP, MIC, ONI e PRED. Sendo este o segundo tratamento em que mais foram encontrados nematoides (Tabela 2).

Tabela 2. Abundância, média, desvio padrão e dominância de cada grupo trófico de nematoides encontrados nos respectivos tratamentos.

Grupos tróficos	Abundância	Média ± DP	D (%)
Tratamento A – Água de abastecimento			
PP	323	53,83 ± 59,88	15,69
MIC	48	8 ± 18,63	2,32
BAC	1478	246,33 ± 96,29	71,81
ONI	83	13,83 ± 15,48	4,03
PRED	126	21 ± 51,43	6,12
TOTAL	2058		
Tratamento B - UASB			
PP	482	80,33 ± 108,53	19,2
MIC	277	46,17 ± 45,59	11,03
BAC	1425	237,5 ± 228,50	56,77
ONI	227	37,83 ± 31,32	9,04
PRED	99	16,5 ± 19,05	3,94
TOTAL	2510		
Tratamento C - Decanto digestor + Filtro anaeróbio			
PP	424	70,67 ± 75,24	14,34
MIC	144	24 ± 43,59	4,88
BAC	2351	391,83 ± 393,65	79,56
ONI	36	6 ± 14,69	1,21
PRED	0	0	0
TOTAL	2955		
Tratamento D - Filtro anaeróbio			
PP	434	72,33 ± 33,06	15
MIC	274	45,67 ± 92,81	9,47
BAC	2126	354,33 ± 376,57	73,51
ONI	29	4,83 ± 11,83	1
PRED	29	5,8 ± 12,96	1
TOTAL	2892		

Abundância total, dominância e estrutura trófica: parasito de plantas (PP), bacteriófagos (BAC), micófagos (MIC), onívoros (ONI) e predadores (PRED).

5. CONCLUSÕES / CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de todo exposto, conclui-se que o efluente de esgoto doméstico é uma excelente alternativa para fins de fertirrigação da cultura do algodão BRS RUBI, devido ao reaproveitamento do resíduo e ao benefício para a manutenção das comunidades de nematoides do solo. Salienta-se ainda que o sistema de tratamento mais eficaz para obtenção de resultados positivos é o decanto-digestor mais o filtro anaeróbio.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASMUS G. L. **Ocorrência de nematóides fitoparasitos em algodoeiro no estado de Mato Grosso do Sul.** Revista Nematologia Brasileira, v. 28(1), p. 77-86, 2004.

ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M.; SILVA, R. A.; GALBIERI, R. Manejo de nematoides. In: Freire, E.C. **Algodão no cerrado do Brasil**. Editora Positiva, p.445-483, 2015.

BARBOSA, E. A. A. et al. **Soil attributes and quality under treated domestic sewage irrigation in sugarcane.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.22, n.2. Campina Grande, Fev. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662018000200137>. Acesso em: 10 jan 2019.

BARKER, K. R; PEDERSON, G. A; WINDHAM, G. L. Introduction and synopsis of advancements in nematology. In: Barker, K. R.; Pederson, G. A.; Windhan, G. L. **Plant and nematode interactions**. American Society of Agronomy, Madison, Estados Unidos, p. 1-20, 1998.

BARNES, R. F. **Zoologia dos invertebrados**. Editora Roca. Vol. 7, p. 88, 2005.

BELTRÃO, N. E. M.; CARVALHO, L. P. **Algodão Colorido no Brasil, e em Particular no Nordeste e no Estado da Paraíba**. Paraíba: Embrapa Algodão, 2004. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA/16943/1/DOC128.PDF>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

BEZERRA, B. G; FILHO, J. F. **Análise de crescimento da cultura do algodoeiro irrigada com águas residuárias.** Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 339-345, jul-set, 2009. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/752/351>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13969**: tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: projeto, construção e operação. Rio de Janeiro. 1997.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005**. Diário Oficial da União, Brasília – DF, março de 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.

BRIDGE, J. **Cotton disease**. Londres, Reino Unido. Ed. CAB International. p. 331-353, 1992.

CARVALHO, L. P. **Novas linhagens de algodoeiro herbáceo com coloração na fibra**. Campina Grande: Embrapa Algodão, maio 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/145196/1/Novas-linhagens-de-algodoeiro.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

CARVALHO, L. P.; FARIAS, F.J. C.; LIMA, M. M. A.; RODRIGUES, J. I. S. **Inheritance of different fiber colors in cotton (*Gossypium barbadense* L.)** Viçosa. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v. 14, n. 4, p. 256-260, Dec. 2014. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-70332014000400008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 jan. 2019.

CARVALHO, P. L; ANDRADE, F. P; SILVA, J. L. **Cultivares de algodão colorido no Brasil**. Revista Brasileira de oleaginosas e Fibrosas, v. 15, n. 1, p. 37-44. 2011.

CASTRO E SILVA, P. **Desempenho de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente como unidade de tratamento para efluente da suinocultura**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-Minas Gerais. 2014.

CHERNICHARO, C. A. L. Reatores Anaeróbio de Manta de Lodo (UASB) In: CAMPOS, J. R. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro. ABES. 1999.

CHRISTIE, J. R. **Plant nematodes their bionomics and control**. University of Florida. p. 200. 1959.

COLEMAN, D. C; WALL D. H. **Soil microbiology, ecology and biochemistry**. 3ª edição. Editora Elsevier. Cap. 7, p. 170, 1989.

FERRIS, H.; VENETTE, R. C.; LAU, S. S. **Dynamics of nematode communities in tomatoes grown in conventional and organic farming systems and their impact on soil fertility**. Applied Soil Ecology, v. 3, p. 161–175. 1996.

FREITAS, L. G.; NEVES, W. S.; OLIVEIRA, R. D. L. **Métodos em Nematologia vegetal**. Editora UFV, p. 253, 2007.

GALBIERI, R.; ASMUS, G. L. Principais espécies de nematoides do algodoeiro no Brasil. In: GALBIERI, R.; BELOT, J. L. **Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros**: biologia e medidas de controle. Cuiabá: IMAmt. p. 11-36. 2016.

INGHAM, R. E.; TROFYMOW, J. A.; INGHAM, E. R.; COLEMAN, D. C. **Interactions of bacteria, fungi, and their nematode grazers: Effects on nutrient cycling and plant growth**. Ecological Monographs, v. 55 n. 1, p. 119–140. 1985.

JENKINS, W. R. **A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil**. Plant Disease Reporter, v. 48, p. 692-695. 1964.

KATO, M. T. Configurações de reatores anaeróbios. In: CAMPOS, J. R. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro. ABES. 1999.

KIMPINSKI, J.; STURZ, A. V. **Population growth of a rhabditid nematode on plant growth promoting bacteria from potato tubers and rhizosphere soil**. Journal of Nematology, v. 28, p. 682–686. 1997.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica. p. 479. 1948.

MAI, W. F., MULLIN, P. G., LYON, H. H., LOEFFLE, K. **Plant-parasitic nematodes: a pictorial key to genera**. 5th Ed. Cornell University Press. Ithaca, p 277. 1996.

MOORE, J. C; RUITER, P. C. **Temporal and spatial heterogeneity of trophic interaction within belowgrounds food web**. Agriculture, Ecosystems and Environment. v. 34, i. 1-4, p. 371-397. 1991.

MORAIS, T. A. **Modelagem dinâmica em estações de tratamento de efluentes utilizando os modelos: asal1 para lodo ativado e adm1 para reatores uasb visando análise de comportamento dos sistemas**. Dissertação - mestrado profissional em inovações tecnológicas UTFPR. Campo Mourão. 2018.

NETO, C. O. A. et al. Decanto-digestores. In: CAMPOS, J. R. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro. ABES. 1999.

NETO, C. O. A. et al. Filtros Anaeróbios. In: CAMPOS, J. R. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro. ABES. 1999.

NIELSEN, C. O. **Soil biology**. Editora Academic Press inc. Cap. 7, p. 197, 1967.

NOE, J. P. **Plant pathology, concepts and laboratory exercises**. Editora CRC Press, Cap. 8, p. 101-117, 2004.

NUNES, J. A. **Tratamento biológico de águas residuárias**. Aracajú, J. Andrade. 3ª ed. p. 79, 2012.

PAES, J. L. A. et al. **Dispersão de argilas em solos afetados por sais**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662013001100002>>. Acesso em: 19 jan. 2019.

RAMOS, T. O. **Artesanato com algodão colorido – BRS na vila do artesanato em Campina Grande – PB: um diagnóstico das relações comerciais**. Campina Grande – PB. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - UEPB. 2018. Disponível em: < <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/17067>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

REINALDO, G. P. B.; BATISTA, R. O; SILVA, P. C. M; LEMOS, L. C. A; FERREIRA, M; SANTOS, D. B. **Desempenho de sistema decanto-digestor com filtro biológico seguido por alagado construído e reator solar no tratamento de esgoto doméstico.** Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science. 2012. Disponível em: <www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/.../2706>. Acesso em: 29 jan. 2019.

RITZINGER, C. H. S. P; FANCELLI, M.; RITZINGER, R. **Nematoides: bioindicadores de sustentabilidade e mudanças edafoclimáticas.** São Paulo. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1289-1296, dez 2010.

SANTOS, H. P. M. **Algodão herbáceo colorido irrigado com esgoto sanitário tratado e com água de poço submetido à adubação nitrogenada.** Campina Grande – PB. Dissertação mestrado de ciências e tecnologia ambiental UEPB. 2015. Disponível em:< <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/tede/2243/5/PDF%20-%20Helton%20Pablo%20Moura%20Santos.PDF>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

SOUZA, M. C. **Avaliação da prática do reúso com esgoto tratado em lagoas de estabilização no semiárido do Rio Grande do Norte.** Dissertação (Mestrado). UFRN. Natal, 2018. Disponível em: < <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/26269>>. Acesso em: 9 jan. 2019.

SOUZA, N. G. M. et al. **Tecnologias sociais voltadas para o desenvolvimento do semiárido brasileiro.** Revista de Biologia & Farmácia e Manejo Agrícola., v. 12, n.3, 2016. Disponível em: <<http://revista.uepb.edu.br/index.php/biofarm/article/view/3214>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

STARR, J. L. Cotton. In: Barker, K. R.; Pederson, G. A.; Windhan, G. L. **Plant and nematode interaction.** American Society of Agronomy, Madison, Estados Unidos, p. 359-379, 1998.

STARR, J. L.; KOENNING, S. R.; KIRKPATRICK, T. L.; ROBINSON, A. F.; ROBERTS, P. A.; NICHOLS, R. L. **The future of nematode management in cotton.** Journal of Nematology, v. 39 (4), p. 283-294, 2007.

TARJAN, A. C.; ESSER, R. P.; CHANG, S. L. **An illustrated key to nematodes found infreshwater.** Journal of Water Pollution Control Federation, v. 49, p. 2318-2337. 1977

TEIXEIRA, E. M. et al. **Cellulose nanofibers from white and naturally colored cotton fibers.** Revista Cellulose, v. 17, 3ª Ed. P. 595-606. Jun. 2010. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10570-010-9403-0>>. Acesso em: 19 jan. 2019.

VAN DER HOECK, W. et al. **Urban wastewater: a valuable resource for agriculture.** A case study from Horoonabad, Paskitan. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. (Research Report, 63), 2002. Disponível em: <http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/IWMI_Research_Reports/PDF/pub063/Report63.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2019.

VIEIRA, G. D; CASTILHOS, D. D; CASTILHOS, R. M. **Atributos microbianos do solo após a adição de lodo anaeróbio da estação de tratamento de efluentes de parboilização do arroz.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 35, n. 2. 2011. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832011000200023&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 10 jan. 2019.

WHITFORD, W. G et al. The role of nematodes in decomposition in desert ecosystems. In: FRECKMAN, D. W. **Nematodes in soil ecosystems.** Austin: University of Texas Press, p. 98-116. 1982.

YEATES, G. W. et al. **Feeding habits in soil nematode families and genera - an outline for soil ecologists.** Journal of Nematology. v. 25, n. 3, p. 315–331. 1993.

YEATES, G.W., PERCIVAL, H.J. and PARSHOTAM, A. **Soil nematode responses to year-to-year variation of low levels of heavy metals.** Australian Journal of Soil Research v. 41, p. 613–625. 2003.

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

ZAVISLAK, F. D; ASCARI, J. P; MENDES, I. R. P; ARAÚJO, D. V. **Flutuação populacional de nematoides na sucessão soja/milho.** Nucleus. 2018. Disponível em: <www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/.../2706>. Acesso em: 29 jan. 2019.

ZIMMERMAN, R. J.; CRANSHAW, W. S. **Compatibility of entomogenous nematodes (Rhabditida) in aqueous solutions of pesticides used in turfgrass maintenance.** Journal of Economic Entomology, v. 83, p. 97–100. 1990.