



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

RITA DE CASSIA SANTA BRÍGIDA SANTOS

**PROSPECÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS ASSOCIADOS À
ESPÉCIES FLORESTAIS EM ÁREAS DE MINERAÇÃO, PARAGOMINAS-PA.**

**BELÉM
2018**

RITA DE CASSIA SANTA BRÍGIDA SANTOS

PROSPECÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS ASSOCIADOS À ESPÉCIES
FLORESTAIS EM ÁREAS DE MINERAÇÃO, PARAGOMINAS-PA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Agronomia da Universidade
Federal Rural da Amazônia como requisito
para obtenção do grau de Bacharel em
Agronomia.

Área de Concentração: Fitossanidade

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Telma Fátima Vieira
Batista

BELÉM
2018

RITA DE CASSIA SANTA BRÍGIDA SANTOS

PROSPECÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS ASSOCIADOS À ESPÉCIES
FLORESTAIS EM ÁREAS DE MINERAÇÃO, PARAGOMINAS-PA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia como requisito para obtenção de grau de Engenheira Agrônoma.
Área de Concentração: Fitossanidade

Data da aprovação: 05/03/2018

Banca examinadora:

_____Orientador

Prof.^a Dr.^a Telma Fatima Vieira Batista
Universidade Federal Rural da Amazônia

_____Membro 1

MSc. Ana Paula Magno
Universidade Federal Rural da Amazônia

_____Membro 2

MSc. Gleiciane Rodrigues dos Santos
Universidade Federal Rural da Amazônia

*A **Deus** por sempre estar presente na minha vida, me proporcionando sabedoria e disposição para essa longa caminhada. Aos meus queridos pais **José Augusto e Laura** pelo amor, dedicação e incentivo.
Com muita gratidão...*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela aliança de amor e por ser minha força nos tumultuados dias acadêmica. (Porque dele e por ele, e para ele, são todas as coisas).

Aos meus pais, pelo amor incondicional, pelo incentivo, investimento e por serem meu maior exemplo de vida e de família, minha eterna gratidão.

Aos meus irmãos, Luiz Augusto e Hugo por compartilharem os melhores momentos da minha vida e por serem os melhores irmãos do mundo.

Ao meu esposo Eduardo Sousa, por acreditar nos esboços dos meus sonhos, pela compreensão durante todos esses anos, pelo estímulo e por sempre acreditar que eu alcançaria voos mais altos.

Ao seu José Edgar e Jeane Marcia por todo auxílio e compreensão.

Aos meus tios, Laura Borges e Walter (*In memoriam*) pelo estímulo e principalmente pelo investimento na minha educação.

Aos primos Ailton Borges, Larissa Borges e Willams por todo estímulo.

As minhas tias Maura Borges e Conceição, por todo auxílio.

Aos meus pastores Alexandre Picanço e Patrícia Costa, pelos conselhos, orações e amizade.

A minha equipe de trabalho, Andreza, Elciane, Sayure e Renata Carneiro, pela compreensão, por tonarem minhas manhãs mais alegres e principalmente por me suportarem.

À professora Telma Batista, pela orientação, oportunidade concedida e pelos ensinamentos.

À Professora Íris Lettiere da Silva, pelo conhecimento compartilhado e pela orientação durante a monitoria.

Aos colegas do Laboratório de proteção de plantas, Ricardo Machado, Amarildo Junior, Samanta Silva, Thayná Ferreira, Ana Paula, Marcela e Fernando. Agradeço especialmente, Gleiciane Rodrigues, Jéssy Senado, Rafael Rodrigo, Artur Santos e Leandro Silva, por toda colaboração no desenvolvimento deste trabalho e por tonarem minhas tardes mais alegres.

As minhas amigas, Nayara Silva, Suellen Pinheiro, Ayane Quadros, Izabel Cristina e Adriely Nascimento, pelo estímulo e amizade.

À Universidade Federal Rural da Amazônia.

A todos aqueles que contribuíram para realização desse trabalho.

“Toda vez que o arco-íris estiver nas nuvens, olharei para ele e me lembrarei da aliança eterna entre Deus e todos os seres vivos de todas as espécies que vivem na terra.”

Gênesis 9:16

RESUMO

O aumento da produção agrícola para atender à crescente demanda por alimentos, nos últimos anos apresentou como consequência aumento significativo no número de pragas, deixando os agricultores na dependência muitas vezes do controle químico, o que pode trazer diversas consequências negativas ao meio ambiente, logo, o controle microbiano vem assumindo importância cada vez maior dentro de programas de manejo integrado de pragas. Devido à grande variabilidade genética entomopatogênica, vários estudos relatam o uso do biocontrole com de fungos, sendo umas das alternativas mais importantes, com grande potencial porque não ocorre a destruição dos recursos naturais. Entre os indicadores de qualidade de solo, os biológicos ou bioindicadores merecem especial atenção, pois os microrganismos são responsáveis por inúmeros processos e funções, como a decomposição de resíduos, ciclagem de nutrientes, síntese de substâncias húmicas, e agregação de partículas do solo. Dessa forma, objetivou-se prospectar os fungos entomopatogênicos associados as matrizes florestais em áreas mineração, no município de Paragominas-Pa. Foram selecionadas 10 espécies florestais, onde foram obtidas triplicatas de amostras de solo de cada matriz, totalizando 30 amostras. De cada amostra contendo 10g de solo foi submetida à diluição em série de 10^{-1} a 10^{-3} no Laboratório de Proteção de Plantas (LPP/UFRA). Foi obtido a alíquota de cada diluição e inoculada em placas com B.D.A e mantidas em câmara crescimento (B.O.D) a temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, por de 48 horas, posteriormente foi realizada isolamento para obtenção de colônias puras. A identificação dos isolados foi realizada por meio das estruturas morfológicas, onde foram analisadas as características macroscópicas e microscópicas. Foram isolados 92 fungos, sendo o maior percentual obtidos nas diluições em série (10^{-1} e 10^{-2}), os gêneros mais abundantes na rizosfera das espécies florestais foram, *Trichoderma* sp. com 52,17%, *Metarhizium* sp. em 29,35%, *Isaria* sp. em 14,13% e *Beauveria* sp. em 4,35%. As espécies florestais que apresentaram três ou quatro gêneros em sua rizosfera estavam localizadas em áreas mais densas, distantes das áreas mais antropizadas, ou seja, maiores ocorrências das populações de fungos estão presentes em ecossistema clímax.

Palavras-chave: Bioindicadores, Antropização, Diversidade de fungos.

ABSTRACT

The increase in agricultural production to meet the growing demand for food in recent years has resulted in a significant increase in the number of pests, leaving farmers often dependent on chemical control, which can have several negative consequences for the environment, microbial control has become increasingly important in integrated pest management programs. Due to the great genetic variability of entomopathogenic, several studies report the use of biocontrol with fungi, being one of the most important alternatives, with great potential because it does not occur the destruction of the natural resources. Among the indicators of soil quality, biological or bioindicators deserve special attention, since microorganisms are responsible for numerous processes and functions, such as the decomposition of residues, nutrient cycling, synthesis of humic substances, and aggregation of soil particles. In this way, the objective was to prospect the entomopathogenic fungi associated to forest matrices in mining areas, in the municipality of Paragominas-Pa. Ten forest species were selected, where triplicates of soil samples from each matrix were obtained, totaling 30 samples. From each sample containing 10g of soil was submitted to serial dilution of 10⁻¹ to 10⁻³ in the Laboratory of Plant Protection (LPP / UFRA). The aliquot of each dilution was inoculated in B.D.A plates and kept in a growth chamber (B.O.D) at 25 ± 1 ° C for 48 hours, after which isolation was obtained to obtain pure colonies. The identification of the isolates was performed through the morphological structures, where macroscopic and microscopic characteristics were analyzed. A total of 92 fungi were isolated, the highest percentage obtained in the serial dilutions (10⁻¹ and 10⁻²), the most abundant genera in the rhizosphere of the forest species were *Trichoderma* sp. with 52.17%, *Metarhizium* sp. in 29.35%, *Isaria* sp. in 14.13% and *Beauveria* sp. in 4.35%. The forest species that presented three or four genera in their rhizosphere were located in denser areas, far from the most anthropized areas, that is, greater occurrence of the fungal populations in climax ecosystem.

Key words: Bioindicators, Anthropisation, Diversity of fungi

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo no município de Paragominas-PA.....	21
Figura 2 – Localização das espécies florestais na empresa Hydro S.A no município de Paragominas-Pa	22
Figura 3 – Colônias dos fungos entomopatogênicos em meio de cultura BDA. A. <i>Isaria</i> sp B. <i>Beauveria</i> sp. C. <i>Metarhizium</i> sp. D. <i>Trichoderma</i> sp.....	23
Figura 4 – Fungos entomopatogênicos associados a espécies florestais em áreas de mineração, Paragominas-PA.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Abundância em porcentagem (%) dos gêneros de fungos isolados em áreas de mineração no município de Paragominas-Pa.....	25
Tabela 2 – Índices faunísticos de gêneros de fungos entomopatogênicos em áreas de mineração, Paragominas-PA	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Fungos entomopatogênicos	12
2.1.1 Fungos entomopatogênicos e sua ação nos insetos	13
2.1.2 <i>Beauveria</i> spp.	14
2.1.3 <i>Isaria</i> spp	15
2.1.4 <i>Metarhizium</i> spp	16
2.2.5 <i>Trichoderma</i> spp.....	17
2.2 Famílias das matrizes florestais associadas a fungos entomopatogênicos	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Área de estudo	20
3.2 Coleta das amostras	21
3.3 Isolamento	22
3.4 Identificação e preservação	23
3.5 Análise estatística	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

A diversidade de microrganismos na floresta amazônica é exuberante e rica, entretanto, as áreas florestais e agrícolas têm sido impactadas por ações antrópicas, ameaçando este patrimônio genético brasileiro. Assim, é de fundamental importância o conhecimento da diversidade dos fungos presentes na região norte do Brasil, onde está inserido 62% do bioma amazônico. Este é o primeiro passo para poder preservá-los e monitorá-los como mecanismo auxiliar nos sistemas de exploração dos recursos naturais, preservando o equilíbrio ecológico, sem comprometer a sustentabilidade desses recursos naturais atendendo ao desenvolvimento tecnológico e aos aspectos de proteção ao meio ambiente.

O aumento da produção agrícola para atender à crescente demanda por alimentos, nos últimos anos apresentou como consequência no aumento significativo no número de pragas, deixando os agricultores na dependência muitas vezes do controle químico, o que pode trazer diversas consequências ao meio ambiente. Atualmente, o uso do controle microbiano vem assumindo importância cada vez maior dentro de programas de manejo integrado de pragas, pois se enquadra nos aspectos ecológicos e econômicos (SILVA et al., 2009), que ultimamente tem-se discutido muito a respeito da produção integrada rumo a agricultura sustentável (PARRA et al., 2002).

Os principais microrganismos entomopatogênicos são fungos, bactérias e vírus. Eles são relatados na literatura como inibidores de diversas populações de pragas no campo (Waquil et al., 2006). Os fungos foram os primeiros agentes patogênicos a serem utilizados no controle microbiano de pragas e insetos na agricultura. Devido à grande variabilidade genética entomopatogênica, recentemente vários estudos relatam o uso do biocontrole com os fungos: *Metarhizium anisopliae* para controle de cigarrinhas da cana-de-açúcar e de pastagens, *Baculovirus anticarsia* para controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner na soja e mesmo *Beauveria bassiana* para controle de *Cosmopolites sordidus* (Germar), o moleque-da-bananeira (PARRA, 2002).

Entre os indicadores de qualidade de solo, os biológicos ou bioindicadores merecem especial atenção, pois os microrganismos são responsáveis por inúmeros processos e funções, como a decomposição de resíduos, ciclagem de nutrientes, síntese de substâncias húmicas, e agregação de partículas do solo (BURNS et al., 2013).

Portanto há grande interesse na identificação de espécies de microrganismos edáficos, principalmente os utilizados em controle biológico de insetos pragas, pois esta facilita vários estudos posteriores, como: diferenciação entre espécie e isolados, biologia, especificidade, seletividade, virulência, resistência, multiplicação, manejo

ecológico, entre outros. Com o isolamento é possível uma caracterização muito mais rápida, eficiente e precisa dos gêneros e espécies.

Objetivou-se prospectar os fungos entomopatogênicos associados as matrizes florestais em áreas mineração no município Paragominas-Pa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fungos entomopatogênicos

Com o intuito de reduzir o impacto dos inseticidas, o controle biológico tem se caracterizado como uma alternativa muito promissora na supressão de populações de pragas que causam danos econômicos em culturas agrícolas, com destaque para o uso de microrganismos e insetos predadores (BUENO et al., 2012), sendo que os fungos parasitas de insetos têm recebido maior atenção no Brasil (ASSUNÇÃO; HPADHYAY, 1990).

Dentro deste contexto, o controle microbiano com fungos entopatógenicos é umas das alternativas mais importantes, com alto potencial de utilização, sem deterioração dos recursos naturais (GASSEN, 2006). Os produtos à base de fungos são, geralmente, mais baratos do que os inseticidas convencionais (NEVES et al., 2006; ALVES et al., 2008). Os fungos entomopatogênicos podem substituir a ação do controle químico, devido a características específicas como: facilidade de manipulação, podem ser estabelecidos de maneira permanente no solo devido a sua capacidade de renovar inoculo sobre insetos mortos e sua adaptação a diferentes ambientes, não induzem o desenvolvimento de resistência, são eficazes agentes de controle de pragas por sua capacidade de penetração direta através do tegumento, além de existir tecnologias para sua produção e formas de aplicação parecidas aos inseticidas químicos (GARCÍA et al., 2010).

O número de fungos com potencial para emprego como controladores biológicos já ultrapassa 750 espécies e 85 gêneros (PUTZKE; PUTZE, 2002; GASSEN, 2006). Mais de 20 gêneros já foram encontrados atacando insetos de importância agrícola, seja na forma enzoótica e/ou epizoótica. (ALVES, 1992). Segundo (ALVES, 1998) esses agentes foram os primeiros patógenos de insetos a serem utilizados no controle microbiano e a maioria dos gêneros de fungos entomopatogênicos reportados ocorrem no Brasil. Dentre eles, os mais utilizados tanto no controle de insetos e ácaros como na forma de ingrediente ativos de produtos comerciais estão, *Beauveria bassiana* (Bals.) vuill., *B. brongniartii* (Sacc.) Petch, *Isaria fumosorosea* Wize e *Lecanicillium* spp. (Ascomycota: Hypocreales: Cordycipitaceae) e *Metarhizium* spp. (Ascomycota: Hypocreales: Clavicipitaceae) (FARIA; WRAIGHT, 2007).

A ocorrência natural e a diversidade de fungos entomopatogênicos, assim como os fatores que podem afetar sua ocorrência no ambiente, como localização geográfica, tipo de habitat, condições climáticas e fatores referentes ao solo (pH, umidade, textura) tem sido objetivo de estudos em diversos países (MEYLING & ELIENBERG, 2006). O solo é o ambiente mais apropriado para recuperação destes fungos entomopatogênicos, pois serve como reservatório natural possibilitando a sobrevivência dos propágulos fúngicos quando não encontrados no hospedeiro (MEDO; CAGAN, 2011).

Insumos e práticas agrícolas como cobertura vegetal, fertilizantes, rotações de cultura, pesticidas e sistema de plantio apresenta grande impacto sobre a microbiota do solo influenciando significativamente na abundância e diversidade (JARONSKI, 2007). De acordo com Nazareno et al. (2001), as melhores práticas de manejo do solo, promovem a diversificação da microflora habitante do solo, aumentando a eficiência do controle biológico.

2.2 Fungos entomopatogênicos e ação sobre os insetos

Os fungos entomopatogênicos apresentam vários determinantes de entomopatogenicidade, incluindo a produção de enzimas degradadoras de cutículas, tais como, proteases e quitinases (DONATTI, 2007), lipases e esterases (ALVES, 1998). Essas enzimas são consideradas as principais enzimas envolvidas na instalação da infecção (FERNANDES, 2010). E são estruturas altamente especializadas que facilitam a penetração via tegumento em seu hospedeiro, os fungos dispõem de uma grande vantagem quando comparados com outros patógenos que utilizam apenas a via oral como forma de penetração no hospedeiro (BITTENCOURT et al., 1999).

O fungo ramifica-se colonizando o hospedeiro desde os corpos gordurosos, até o sistema nervoso, o que provoca a morte do inseto devido a produção de micotoxinas e ao esgotamento de nutrientes (ALVES, 1998). Essas micotoxinas produzidas pelos fungos muitas vezes contribuem para a morte do hospedeiro, redução do peso de ingurgitamento, fecundidade e percentagem de eclosão dos ovos, sendo estes fatores proporcionalmente relacionados à concentração de esporos depositados sobre os mesmos (KAAYA et al., 1996). Segundo Fuxa & Tanada (1987), a patogenicidade dos fungos está mais relacionada a grupos ou espécies de patógenos, sendo definida como uma característica “qualitativa”, enquanto que a virulência determinaria o grau desta patogenicidade dentro de um grupo de espécies ou patógenos, caracterizando um termo “quantitativo”.

No desenvolvimento de um programa de controle microbiano de pragas é de fundamental importância a utilização de linhagens e/ou isolados apropriados do agente

biológico. Para isso é necessário possuir um “bom banco de isolados”. Devidamente preservado, e com variabilidade genética comprovada, para então, se iniciar o programa a partir da seleção dos materiais promissores, visando explorar toda biodiversidade disponível. (Garcia, 2004).

2.3 *Beauveria* spp.

O gênero *Beauveria* sp., propriamente dito, foi descrito em 1992 por Vuillemin e, através de análises bioquímicas e caracteres morfológicos, seis espécies foram identificadas: *B. Alba*, *B. amorpha*, *B. bassiana*, *B. brongniartii*, *B. velata*, *B. vermiconia* (MUGNAI et al., 1989). Sendo *Beauveria bassiana* a mais empregada como agente de controle microbiano (BUTT et al., 2001).

Segundo ALVES (1998), o fungo *B. bassiana* pertence à classe Sordariomycetes, família Cordycipitaceae, é uma espécie de ocorrência generalizada em todo o país, sendo mais utilizada sobre os insetos e em amostras de solo, onde pode sobreviver por longos períodos em saprogênese e pode causar doença em coleópteros, lepidópteros, hemípteros, dípteros, himenópteros e ortópteros. A infecção por esse fungo ocorre normalmente via tegumento, onde o fungo germina em 12 a 18 horas, dependendo da presença de nutrientes (fontes de carbono e nitrogênio). A penetração tegumentar ocorre devido a uma ação mecânica (pressão da hifa que rompe áreas membranosas ou esclerotizadas) e enzimática, resultante da produção de enzimas (proteases e quitinases) que facilitam a penetração.

A colônia de *B. bassiana* apresenta uma morfologia de característica pulverulenta com coloração branca ou levemente corada, podendo produzir pigmentos creme no centro de colônia (VILAS BOAS et al., 1992). Possui conídios globosos ou subglobosos que variam de 2 a 3 μ m de comprimento, com conidióforos formando densos ganchos (ALVES, 1998). Sendo causador de epizootia e se caracteriza pela alta taxa de crescimento, produção elevada de unidades infectivas, capacidade de sobrevivência no ambiente, facilidade para penetrar pelo tegumento e alcançar a hemolinfa do hospedeiro, reafirmando sua alta patogenicidade (FUXA, 1987).

O Fungo *B. bassiana*, tornou-se conhecido internacionalmente pelo produto viético Boverin, cuja formulação contém 6 x 10⁹ conídios/g. Esse produto vem sendo recomendado para o controle de *Leptinotarsa decemlineata* e *Cydia pomonella*, além de outras espécies (ALVES, 1998). É utilizado no Brasil sob diversas estratégias incluindo introdução inundativa para o controle de cupim de montículo em pastagem do gênero *Cornitermes* (Isoptera) e pragas de cultivos protegidos como *Bemisia tabaci* (Genn.)

(Hemiptera: Aleyrodidae) e o ácaro rajado, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae (ALVES et al., 2008).

Segundo Coutinho & Cavalcanti (1988) esse fungo tem-se destacado com potencial de agente controle biológico para ser empregado no controle de populações de adultos do bicudo-do-algodoeiro.

2.6 *Isaria* spp.

O gênero *Isaria* compreende muitas espécies que podem infectar diferentes ordens de insetos em todas as fases do desenvolvimento de insetos e pode ser frequentemente isolada do solo (SAMSON, 1974). Já foram observados em lepidópteros, coleópteros, homópteros e ortópteros (ALVES; PEREIRA, 1998).

O gênero *Isaria* conhecido anteriormente como *Paecilomyces*, reúne espécies entomopatogênicas, sendo uma delas observada provocando epizootias sobre população de lagartas de um dalcerídeo, praga de eucalipto no Espírito Santo. Também é comum a ocorrência desse gênero causando epizootias em populações de lagarta dos coqueiros do gênero *Brassolis* no Sudeste do Brasil (ALVES; PEREIRA, 1998).

No Brasil, destacam-se as espécies, *I. farinosa*, *I. tenuipe* (Peck) Samson, *I. cicadidae* (Miquel.) Samson, *I. fumosorosea* (Wize) Brown & Smith e *I. amoenorosea* (Hennings) Samson (ALVES & PEREIRA 1998) removidas do gênero *Paecilomyces* Bainier (LUANGSA-Ard et al. 2005; HIBBETT et al., 2007).

I. fumosorosea é uma espécie que se destaca por sua capacidade de infectar diversos tipos de insetos (KÖLN, 2001), complexa, o que significa que existe grande variabilidade entre os isolados da mesma espécie (ZIMMERMANN, 2008).

Segundo Alves & Pereira (1998), os conídios deste fungo podem ser elípticos unicelulares, hialinos ou fracamente pigmentados e a coloração das colônias podem variar dependendo da espécie e o meio de cultura, onde pode ter coloração branca, amarela, rosa ou avermelhada.

No Brasil, a produção de produtos à base de *Isaria* spp, ocorre principalmente no estado do Mato Grosso, onde tem sido utilizado no controle de *Leptopharsa heveae*, percevejo da renda da seringueira (ALVES, 2008).

2.4 *Metarhizium* spp.

O fungo *Metarhizium* (Ascomycota: Hypocreales, Clavicipitaceae) possui distribuição mundial e tem como reservatório natural os insetos e principalmente o solo (ZIMMERMANN, 2007).

Esse gênero é composto por três espécies, dentre as mesmas ocorre uma divisão em dez variedades: *M. anisopliae* variedade *anisopliae*, *majus*, *lepidiotum* e *acridim*; *M. flavoviride* Gams and Rozsypal variedades tipo *E*, *flavoviride*, *minus*, *novazealandicum* e *pemphigum*; e *M. album* Petch (DRIVER et al., 2000).

Foi descrito por Metschnikoff em 1879 pela primeira vez como *Entomophthora anisopliae*. Este pesquisador executou o primeiro trabalho de controle microbiano utilizando este fungo para o controle de larvas do besouro *Anisopliae austriaca*, e foi finalmente classificado por Sorokin em 1883 como *Metarhizium anisopliae* (PRETTE, 2007). Este fungo se destaca por atacar mais de 300 espécies de insetos das diferentes ordens, incluindo pragas importantes (ALVES & PEREIRA, 1998)

Segundo Alves (2008), *Metarhizium anisopliae* foi o primeiro fungo entomopatogênico a ser produzido em larga escala no controle da cigarrinha-da-folha (*Mahanarva posticata*).

Espécies desse gênero desempenham um papel ecológico complexo e importante no ambiente, sendo sua associação endofítica com muitas espécies de plantas. Essa interação ocorre quando *Metarhizium* spp. infecta e mata um inseto presente no solo e o nitrogênio derivado do inseto é translocado para a planta por meio do seu micélio que está associado a raiz (BIDOCHKA, 1998).

Os insetos atacados por este fungo tornam-se duros e recobertos por uma camada pulverulenta de conídios, onde no final da conidiogênese, podem apresentar tons de verde que variam de claro a escuro, acinzentados ou ainda esbranquiçados com pontos verdes (ALVES; PEREIRA, 1998).

Caracteriza-se por ser um fungo de cultivo simples, necessitando quase que exclusivamente de uma fonte nutricional à base de amido e sem dúvida é um dos fungos mais estudados e empregados em programas de manejo de pragas, uma vez que representa grande potencialidade como entomopatógeno (ONOFRE et al., 2002).

2.5 *Trichoderma* sp.

O fungo *Trichoderma* é um Deuteromiceto, pertencente à classe dos hifomicetos, considerados ubíquos no meio ambiente (SAMUELS, 1996). Este gênero compreende fungos de vida livre, que se reproduzem assexuadamente, presentes com mais frequência em solos de regiões de clima temperado e tropical (MACHADO et al. 2012).

Trichoderma spp. é o agente de controle biológico mais estudado e utilizado no Brasil e em outros países da América Latina (BETTIOL et al., 2008). As principais espécies utilizadas como agente de biocontrole comercial são *Trichoderma asperellum*,

Trichoderma harzianum, *Trichoderma stromaticum* e *Trichoderma viride* (BETTIOL & MORANDI, 2009).

De acordo com Corabi-adell (2004), as colônias de *Trichoderma* spp. podem ser identificadas, através características macroscópicas e são evidenciadas por apresentarem crescimento rápido em cultura, micelial, aérea hialina, septada, bastante ramificada e esparsa e produção de pústulas conidiógenas diferenciais (brancas ou verdes). Os conídios, que são produzidos abundantemente, podem ser soltos ou muito compactados em tufo, com formatos subglobosos, ovóides elipsóides ou elíptico-cilíndricos, são produzidos em série e acumulados no ápice das fiálides formando uma estrutura globosa ou subglobosa com menos de 15µm de diâmetro. Podem ser lisos ou ligeiramente rugosos, hialinos ou com coloração variando do amarelo ao verde-escuro.

Apresenta um grande potencial biotecnológico, comprovado em vários campos desde a agricultura, como agente de biocontrole, até aplicações industriais, como a produção de enzimas em escala (CORABI-ADELL, 2004).

O *Trichoderma* destaca-se pela função de promover o desenvolvimento de plantas, atuando como um bioestimulante do crescimento das raízes, através da secreção de fitohormônios, melhorando a assimilação de nutrientes, aumentando a resistência diante de fatores bióticos não favoráveis, além de degradar fontes de nutrientes para o desenvolvimento do vegetal (HARMAN, 2000).

Segundo Menezes et al. (2009) este fungo limita o crescimento de muitos fungos fitopatogênicos nas folhas e nas raízes, onde são capazes de interferir nos processos de vida do fitopatógeno através de antibiose, competição e parasitismo.

No Brasil, 13 empresas produzem e comercializam *Trichoderma*, e todas elas utilizam a técnica fermentação sólida em grãos de arroz, milho ou outros cereais, sendo a produção de 550 t/ano de grãos. As formulações disponíveis no mercado incluem: pó-molhável; grânulo dispensável; suspensão concentrada; óleo emulsionável; grãos colonizados e esporos secos.

A utilização de produtos à base de *Trichoderma* tem diminuído a severidade de doenças causadas por patógenos habitantes de solo, como *Fusarium*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium* e *Sclerotinia* (BETTIOL & MORANDI, 2009).

Segundo Freitas et al., (2012) reportam a utilização de isolados deste para o biocontrole de nematoide como, *Meloidogyne incognita* em cana-de-açúcar. Apesar de muitos trabalhos comprovarem a eficiência do *Trichoderma* no controle de fungos causadores de doenças de plantas, poucos trabalhos são reportados sobre a atividade entomopatogênica do *Trichoderma* sp., destacando-se para a espécie *T. harzianum*, onde Jassim et al (1990) avaliaram sobre *Scolytus scolytus* e *S. multistriatus*, Shakeri e

Foster (2007) sobre *Tenebrio molitor*, Mommaerts et al (2008) no polinizador *Bombus terrestris* e Abdul-Wahid e Elbanna (2012) sobre *Periplaneta americana*.

2.2 Famílias das matrizes florestais associadas a fungos entomopatogênicos em áreas de mineração no município de Paragominas-Pa

2.2.1 Burseraceae

Burseraceae Kunth é constituída por 19 gêneros e aproximadamente 750 espécies (DALY et al., 2012) com distribuição pantropical. *Protium* é o principal gênero e o mais comum na América do Sul, sendo representativo na flora da Região Amazônica (ALMEIDA, 2013). Segundo Lima & Pirani (2005) os membros de Burseraceae são ricos em gomas e resinas de valor considerável nos mercados mundiais e por isso são utilizadas na indústria de cosmético, farmacêutica e seus membros arbóreos tem sido utilizado na indústria madeireira.

2.2.2 Fabaceae

Fabaceae é considerada a terceira maior família de angiospermas, com 727 gêneros e 19.325 espécies, distribuídas em três subfamílias: Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae (LEWIS et al. 2005). Constituem uma das famílias botânicas de maior potencial econômico, precedida apenas por Poaceae (JUDD et al. 2009). Alguns gêneros utilizados na indústria madeireira, como fonte de resinas, base de vernizes e tintas, como *Hymenaea*, *Copaifera*, *Indigofera* e *Genista*, também são utilizados na alimentação como *Arachis*, *Glycine*, *Lens* e *Phaseolus*; outros são utilizados como plantas forrageiras, como ornamentais, como espécies de *Bauhinia*, *Caesalpinia*, *Cassia*, *Denolix* e *Tipuana*.

2.2.3 Lauraceae

As Lauraceae apresentam-se amplamente distribuídas através das regiões tropicais e subtropicais do planeta (WERFF & RICHTER, 1996) e apresenta 50 gêneros e cerca de 2.500 espécies. No Brasil, ocorrem 22 gêneros e cerca de 390 espécies (BARROSO et al., 2002). Esta família tem relevante importância econômica, comportando muitas espécies madeiráveis, bem como produtoras de especiarias, substâncias e óleos essenciais (JUDD et al. 2009). *Nectandra* é o segundo maior gênero, com 114 espécies depois de *Ocotea* Aubl. com cerca de 350 espécies (ROHWER, 1993).

2.2.4 Lecythidaceae

Lecythidaceae é uma família de espécies abóreas encontradas nos trópicos da América Central e do Sul, Sudeste da Ásia e África, incluindo Madagascar. É constituída de 25 gêneros e 400 espécies, com distribuição pantropical (MORI, 1990). No Brasil, é restrita a regiões tropicais e tem seu melhor desenvolvimento em florestas úmidas, especialmente as da América do Sul (MORTON et al. 1997). Espécies da família são utilizadas na indústria madeireira, farmacêutica, naval, médica, fitoterápica e alimentação demonstrando que não somente são importantes no equilíbrio das florestas, mas, também, para a economia regional (AZAMBUJA, 2012).

2.2.5 Urticaceae

A família Urticaceae apresenta distribuição cosmopolita, incluindo cerca de 49 gêneros e aproximadamente 2000 espécies, com distribuição tropical e subtropical, raramente em regiões temperadas (GAGLIOTI, 2011). No Brasil são listados por Romaniuc Neto & Gaglioti (2010) sendo que o gênero *Cecropia* tem recebido maior destaque na flora brasileira por ser típico de formações secundárias ou clareiras no interior de florestas (GAGLIOTI, 2011). As plantas da família Urticaceae têm sido usadas para fins medicinais e industriais, além de algumas serem plantas pioneiras em áreas degradadas e indicadoras de terras férteis (KARSBURG & BATTISTIN, 2006).

2.2.6 Sapotaceae

A família Sapotaceae Juss. reúne 53 gêneros e mais de 1.000 espécies, com distribuição nas regiões tropicais e subtropicais ao redor do mundo, com grande representatividade na Floresta Amazônica e Floresta Atlântica (NOGUEIRA et al., 2013). No Brasil, estão representadas por 13 gêneros, 233 espécies (CARNEIRO et al., 2014).

Segundo Pennington (1990) essa família é uma das mais importantes (riqueza e abundância), onde seus representantes são utilizados na produção de goma comercial, madeira de qualidade, matéria-prima para especiarias e frutos comestíveis, principalmente das espécies de *Manilkara* e *Pouteria* (ALVES-ARAÚJO & ALVES, 2010).

2.2.7 Rutaceae

A família Rutaceae possui ocorrência essencialmente pantropical, com cerca de 150 gêneros e 1.600 espécies, principalmente abundante nos trópicos e subtropicais. Na

região neotropical ocorrem cerca de 52 gêneros e no Brasil 32 gêneros nativos, sendo centros de diversidade a floresta Atlântica e a Amazônia. (PIRANI, 2005). As espécies da família Rutaceae exercem um papel importante na ecologia da vegetação da amazônica, onde vivem nos mais variados tipos de habitat: matas primárias e secundárias de terra firme, várzeas, margens de estradas e em clareira de agricultura (ALBUQUERQUE, 1976)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na mineradora de bauxita Norsk Hydro ASA, que fica localizada aproximadamente 70 km do município de Paragominas, no Platô Miltônia 3. O município situasse no nordeste paraense, mesorregião sudeste paraense e microrregião de Paragominas, entre as coordenadas 2° 25' e 4° 09'S e 46° 25' e 48° 54'W (Figura 1).

Figura 1- Mapa de localização da área de estudo no município de Paragominas-PA.



Fonte: Autor, 2018.

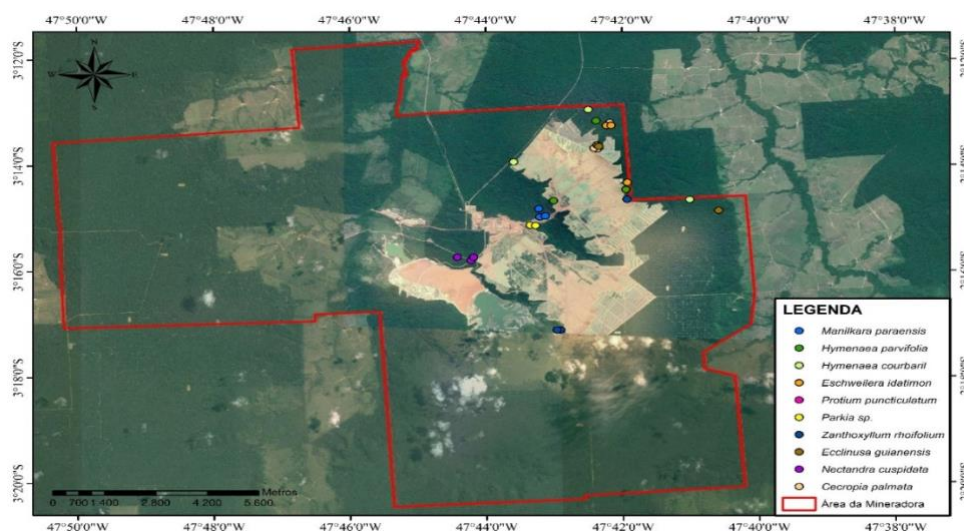
O clima da região é classificado como Aw, Segundo Köppen, ou seja, tropical chuvoso com períodos secos definidos, com temperatura média de 27,2°C, com umidade relativa do ar de 81% e precipitação pluviométrica média de 1766mm/ano. O período de menor disponibilidade hídrica ocorre de julho a outubro (WATRIN & ROCHA, 1992).

3.2. Coleta das amostras

Foram selecionadas aleatoriamente 10 espécies florestais pertencentes às seguintes famílias, *Cecropia palmata* Wild. (Urticaceae), *Nectandra cuspidata* Nees

(Lauraceae), *Ecclinusa guianensis* Eyma, *Manilkara paraensis* (Huber) Standl. (Sapotaceae), *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Rutaceae), *Parkia* sp, *Hymenaea parvifolia* Huber., *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae), *Protium puncticulatum* J.F.Macbr (Burseraceae) *Eschweilera idatimon* (Aubl.) Nied (Lecythidaceae) (Figura 2), foram retiradas 500 g de solo da rizosfera de cada matriz na profundidade de 0-20 cm com o auxílio de um trado holandês, foi realizado triplicatas para cada matriz totalizando 30 amostras. As amostras foram homogeneizadas, identificadas e armazenadas em sacos plásticas, posteriormente colocadas em isopor com gel para transporte até o Laboratório de proteção de plantas (LPP) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), onde ficaram armazenadas 3 dias em freezer -5 °C até início do isolamento.

Figura 2- Localização das espécies florestais na empresa Hydro Paragominas no município de Paragominas-Pa



Fonte: Autor, 2018.

3.3 Isolamento

O isolamento dos fungos entomopatogênicos foi realizado no Laboratório de Proteção de Plantas-LPP, conforme a metodologia de Goettel & Inglis (1997). Cada amostra contendo 10g de solo foram colocadas em erlenmeyer de 125 mL e 90 mL de água estéril com 0,01% de espalhante adesivo (Tween 80®), em seguida as amostras foram submetidas em incubadora *shaker* à 200 rpm por um período de 20 minutos e homogeneizadas em vortéx durante 2 minutos.

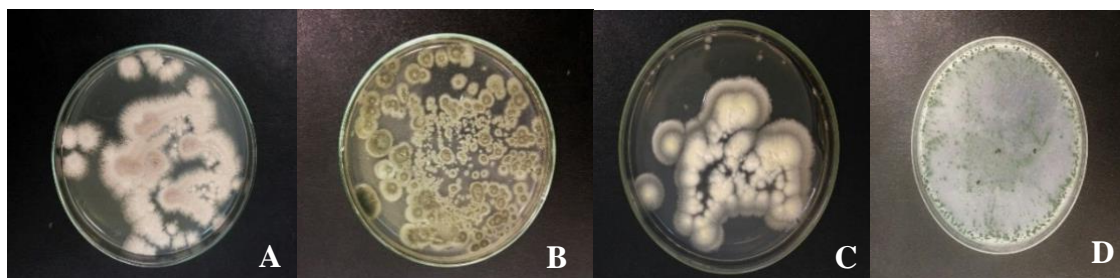
A suspensão de solo foi submetida à diluição em série até 10⁻³, onde de cada diluição foi obtida uma alíquota de 0,1 mL, inoculada em placa de Petri (90 x 15 mm) contendo meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar), posteriormente, a alíquota foi

espalhada de maneira uniforme utilizando-se alça de Drigalski em placas de Petri até o meio absorver a suspensão.

Para cada diluição foi realizado duplicata e foram mantidas em câmara de crescimento (Biological Oxygen Demand – B.O.D) a temperatura de $25\pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70\pm 10\%$ e ecotofase por 48 horas. Posteriormente, foi realizada a purificação do material a partir das colônias formadas na superfície do meio seletivo.

Figura 3 – Colônias dos fungos entomopatogênicos em meio de cultura BDA.

A. *Isaria* sp. B. *Metarhizium* sp. C. *Beauveria* sp. D. *Trichoderma* sp.



Fonte: Autor, 2018.

3.4 Identificação e preservação

A identificação dos gêneros dos fungos entomopatogênicos foi realizada por meio das estruturas morfológicas, onde foram analisadas as características macroscópicas e microscópicas. Na análise macroscópica foram observados: coloração da colônia e micélio. Na análise microscópica foram observadas as estruturas morfológicas dos fungos em microscópio óptico, como hifas, conídios e conidióforos.

Também foi empregada a técnica de microcultura para observação das estruturas fúngicas. Na preservação, foram retirados discos com cerca de 3mm de diâmetro das placas contendo as colônias dos fungos de cada espécie, os quais adicionados em tubos criogênicos de 1,8 mL e conservados em freezer a temperatura -20°C , para posteriormente ser realizado a liofilização.

3.5. Análise estatística

Para a análise estatística foi utilizado o programa ANAFAU versão 2.0 para a obtenção dos índices faunísticos; diversidade, equitabilidade e riqueza (DMg). (MORAES et al., 2003).

A diversidade foi determinada pelo índice de Shannon-Wiener, que reflete dois atributos básicos da área, tais como, o número de espécies e a equitabilidade, que é a distribuição dos indivíduos dentro das populações (CARVALHO, 2017).

O índice de Margaleff demonstra a riqueza de espécies existentes dentro da área e expressa a diversidade de espécies, ou seja, refere-se à abundância de uma determinada área geográfica, região ou comunidade (RODRIGUES et al., 2004).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este é o primeiro estudo que investiga o potencial do solo de uma área de mineração pertencente à empresa Hydro Paragominas, localizada no município de Paragominas/PA, correlacionando fungos entomopatogênicos associados a rizosfera de espécies florestais.

No total, 92 isolados foram identificados em 30 amostras de 10 matrizes florestais. Os gêneros mais predominantes foi o *Trichoderma* sp. com abundância em 52,17%, seguidos do *Metarhizium* sp. em 29,35%, *Isaria* sp. em 14,13% e *Beauveria* sp. em 4,35% (Tabela 1). As ocorrências desses fungos contribuem na formação de agregados do solo e na proteção de plantas contra a estiagem e fungos fitopatogênicos do solo (FRIGHETTO; VALARINI 2000).

O fungo *Beauveria* sp foi encontrado nesse estudo em torno da rizosfera de duas espécies florestais como *Hymenaea courbaril* L., *Manilkara paraensis* (Huber) Standl. Esse fungo foi encontrado predominantemente no método “Insect baiting” do que em diluição seriada com meio de cultura, isso se dá devido ao meio, muitas vezes ser seletivo, ou seja, são utilizados para amostragem da atividade saprofíticas dos fungos, já a utilização de insetos suscetível tem-se maior probabilidade de se isolar fungos biologicamente ativos e com grande potencial patogênico (INGLIS, et al., 2012)

Tabela 1- Abundância (%) dos gêneros de fungos isolados em áreas de mineração no município de Paragominas-Pa.

Gêneros	Diluições seriadas			Total	%
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³		
<i>Beauveria</i> spp	3	1	0	4	4
<i>Isaria</i> spp	9	3	1	13	14,13
<i>Metarhizium</i> spp	16	9	2	27	29,35
<i>Trichoderma</i> spp	25	15	8	48	52,17
Total	53	28	11	92	100

Fonte: Autora, 2018.

Os microrganismos são os componentes mais numerosos da fração biológica do solo. De acordo com Alves (2013), o monitoramento da população e atividade microbiana do solo, serve como bioindicador da qualidade do solo, é perceptível, pois são muito sensíveis a interferências do ambiente, como incrementos na concentração de metais pesados.

Segundo Witter (1992), essas características relacionadas a rapidez na resposta a perturbações causadas ao solo conferem, aos microrganismos, a condição de bioindicadores da qualidade do solo. A contagem de microrganismos no solo, apesar de ser vista com ressalvas, ajuda a entender os processos que nele ocorrem e pode servir como indicador do impacto de diversas atividades antrópicas (LOSEKANN, 2009).

Os solos argilosos como é o caso dos solos da empresa Hydro Paragominas, apresentam tendência de reter mais água, tornando o ambiente úmido e propício para o desenvolvimento de fungos. A maior capacidade de trocas de cátions em solos com maior conteúdo de matéria orgânica pode resultar em maior adsorção dos conídios dos fungos ou pode levar a um aumento na densidade de artrópodes hospedeiros onde os fungos podem se multiplicar (INGLIS et al., 2001).

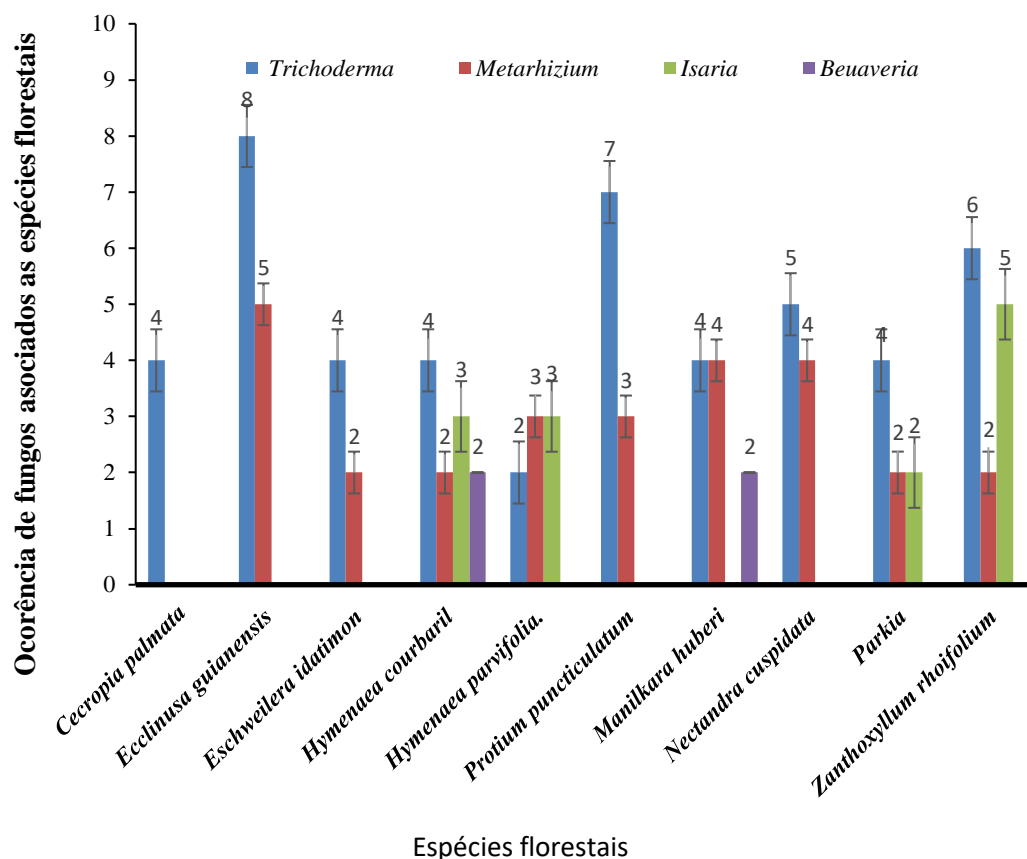
O maior percentual de fungos entomopatogênicos encontrados ao redor da rizosfera de espécies florestais foram obtidas nas diluições em série 10⁻¹ e 10⁻², indicando que quanto mais diluído as amostras de solo, menor era a população de fungos entomopatogênicos em solos de mineração (Tabela 1). As avaliações de diluições seriadas são necessárias para estabelecer relações ecológicas que acontecem no solo, também para mencionar fatores que associam no equilíbrio microbiológico e na relação entre os diferentes grupos e espécies de microrganismos do solo (PEREIRA et al., 1996).

Dentre os fungos entomopatogênicos, destaca-se o *Trichoderma* sp. encontrado na maioria das espécies florestais estudadas (Figura 4). De acordo, com Nachtigal (2012) o *Trichoderma* pode ser frequente em solos com diferentes habitats e isso está relacionado à sua capacidade metabólica que proporciona rápida colonização na rizosfera e estabelecimento de populações estáveis, controle da microflora patogênica e promoção do crescimento de plantas.

O *Metarhizium* sp. foi encontrado em todas as três diluições em série (10⁻¹, 10⁻² e 10⁻³) porém, na diluição em série (10⁻¹ e 10⁻²) apresentou-se em maior quantidade (Tabela 1) e associados principalmente entorno da rizosfera das espécies florestais como: *Ecclinusa guianensis* Eyma, *Eschweileira idatimon*, *Hymenaea coubaril*,

Hymenaea parvifolia, *Protium puncticulatum*, *manilkara*, *Nectandra cuspidata*, *Parkia* e *Zanthoxylum rhoifolium* (Figura 4).

Figura 4-Fungos entomopatogênicos associados a espécies florestais em áreas de mineração, Paragominas-PA



O menor percentual de fungos entomopatogênicos encontrados associados as espécies florestais foi a *Beauveria* sp em 4,35% e a *Isaria* sp em 14,13 % (Tabela 1). A menor quantidade desses fungos pode estar relacionada com a interação de fungos fitopatogênicos encontrados no solo como o *Fusarium* sp e o *Aspergillus* sp encontrados durante as diluições seriadas. Em estudo de laboratório, *B. bassiana* e *M. anisopliae* tiveram seu crescimento inibido pelos fungos saprofitos *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. e *Trichoderma* sp. (WALSTAD; ANDERSON; STAMBAUGH, 1970).

A espécie *Hymenaea courbaril* L. foi a única que apresentou os quatro gêneros (*Beauveria*, *Isaria*, *Trichoderma* e *Metarhizium*) em sua rizosfera (Figura 4). Essa diversidade se explica pelo fato da matriz se encontrar em áreas de cobertura intensa (Figura 2), pois conforme Allen (1991) há tendência de melhor distribuição das populações de fungos em ecossistema clímax.

Segundo Silva Filho & Vidor (1984), a cobertura vegetal exerce forte influência sobre o número de microrganismos do solo. Quando o solo é protegido por vegetação, aumenta a disponibilidade de nutrientes orgânicos, diminuindo os efeitos de variação de temperatura e umidade, tornando o ambiente propício para o desenvolvimento dos fungos.

Nas espécies *Hymenaea parvifolia* Huber, *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. e *Manilkara paraensis* (Huber) Standl. foram obtidos três gêneros de fungos entomopatogênicos (Figura 4). A localização das matrizes também influenciou na ocorrência dos fungos, pois algumas das matrizes se encontravam em área de floresta secundária (Figura 2).

Na *Cecropia palmata* Wild, o único gênero encontrado foi o *Trichoderma*, já nas espécies *Ecclinusa guianensis*, *Eschweilera idatimon* (Aubl.) Nied., J.F.Macbr. *Nectandra cuspidata* Nees, foram encontrados apenas dois gêneros, *Trichoderma* e *Metarhizium* (figura 4). Essa baixa ocorrência pode ser justificada pelo fato dessas matrizes estarem localizadas em áreas com ausência de vegetação ou próximas à beira de estrada, ou seja, áreas muito antropizadas (Figura 2). Abbott & Robson (1991) mostraram que em área de subsolo exposto, há presença de menores densidades de esporos e números de espécies de fungos. Resultados semelhantes foram observados por Caproni et al., (2003) ao realizarem um estudo de ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em áreas revegetadas após a mineração de bauxita em Porto Trombetas no estado do Pará, mostraram que tanto a densidade de esporos quanto o número de espécies de fungos micorrízicos apresentaram valores significativamente menores, do que em área não revegetada (subsolo estéril) e demais áreas de floresta primária.

A espécie *Protium puncticulatum* J.F.Macbr também apresentou *Trichoderma* e *Metarhizium* em sua rizosfera (Figura 4), porém não foi possível determinar a localização da espécie por falta de informação das coordenadas geográficas.

O índice de diversidade de Shannon = 1,11, foi considerado alto, isso indicou que apesar da área de estudo está em recuperação é possível observar um equilíbrio de gêneros de fungos nas áreas de floresta secundária. O índice de Equitabilidade de Pielou = 0,80, indicou que a distribuição dos gêneros de fungos existentes no estudo apresenta amplitude na distribuição associada as espécies (máximo 1), ou seja, apresenta uniformidade dos gêneros dos fungos correlacionados com as espécies florestais na área de mineração (Tabela 2). Provavelmente, essa uniformidade esteja relacionada ao tempo de reabilitação das áreas para o aumento dessa diversidade de fungos

entomopatogênicos. Caproni et al., (2003) mostraram que a equitabilidade entre as espécies aumentaram com a sucessão vegetal.

Tabela 2- Índices faunísticos de gêneros de fungos entomopatogênicos em áreas de mineração, Paragominas-PA.

Índices de diversidade	
Shannon ($H' \pm IC$)	1.1121 \pm 0,05
Equitabilidade (J')	0.8022
Margalef (DMg)	0.6635

Intervalo de Confiança de H (P=0,05) => [1.098421 ; 1.125704]

O índice de riqueza de Margalef = 0,66 indicou a ocorrência de diversidade (Tabela 2). As espécies florestais localizadas em áreas de floresta secundária influenciaram na riqueza dos gêneros dos fungos entomopatogênicos, pois apresentaram maior diversidade dos gêneros em suas rizosferas. Koske & Halvarson (1981), concluíram que a abundância e a riqueza de fungos aumentaram com a cobertura vegetal, ou seja, com o nível de estabilização.

5 CONCLUSÃO

Áreas de mineração no município de Paragominas possuem alta diversidade de fungos entomopatogênicos dos gêneros *Trichoderma*, *Beauveria*, *Isaria* e *Metarhizium*. Dentre os gêneros estudados, destacam-se o *Trichoderma* com maior abundância associado a maioria das espécies florestais, seguido do gênero *Metarhizium*. As ocorrências desses fungos indicadores de qualidade do solo nas áreas de mineração sugerem que o solo está entrando em equilíbrio, ou seja, estado de recuperação após a antropização.

A espécie *Hymenaea courbaril* L. apresenta-se associada aos quatro gêneros (*Beauveria*, *Isaria*, *Trichoderma* e *Metarhizium*) ocorrendo tendência de melhor distribuição das populações de fungos em ecossistema clímax.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, L. K.; ROBSON, A. D. Factors influencing the occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 35, p. 121-150, 1991.
- ALBUQUERQUE, B. W. P. Revisão Taxonômica das Rutaceae do Estado do Amazonas. **Acta amazônica**. Manaus. Vol. 6, p. 1-67 set. 1976.

ALLEN, M. F. **The ecology of mycorrhizae**. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1991. 184 p.

ALMEIDA, P. D. O. **Avaliação da atividade anti-inflamatória de triterpenos isolados de óleo-resinas de *protium paniculatum* engler (bursaceae)**. Dissertação. 2013. 69 f. (Mestre em Ciências Farmacêuticas). Universidade Federal do Amazonas, Manaus. AM. 2013.

ASSUNÇÃO, W. C. G.; HPADAYAY, H. P. Recentes avanços no uso de fungos como agentes de controle biológicos de insetos e nematóides, **In: SEMINÁRIO DE CONTROLE BIOLÓGICO**, 2., Brasília. **Resumos**. Brasília, 1990. p.113, 1990.

ALVES, S.B. Perspectivas para utilização de fungos entomopatogênicos no controle de pragas no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, s/n, p.77-86, abr. 1992. Edição especial.

ALVES, S. B.; PEREIRA, R.M. Produção de fungos entomopatogênicos. **In: ALVES, S.B. (Ed.) Controle microbiano de insetos**, 2. ed. Piracicaba: Fealq. 1998, 853-857.

ALVES, S.B.; LOPES, R.B.; VIEIRA, S.A.; TAMAI, M.A. Fungos entomopatogênicos usados no controle de pragas na América Latina. **In: ALVES, S.B.; LOPES, R.B.(Ed.) Controle microbiano de pragas na América Latina**. Piracicaba: FEALQ, 2008. p. 69-255.

ALVES-ARAÚJO, A.; ALVES, M. **Flora da Usina São José, Igarassu, Pernambuco: Sapotaceae. Rodriguésia**, v. 61, n. 2, p. 303-318, 2010.

ALVES A. S. ADÃO, H B, D.; FERREROC, T.J.; MARQUES , J.C.; COSTA, M. J.; PATRÍCIOA, PATRÍCIOA. **Benthic meiofauna as indicator of ecological changes in estuarine ecosystems: The use of nematodes in ecological quality assessment**; Ecological Indicators. 24 462–475, 2013.

AZAMBUJA. C. A. P. **Lecythidaceae Poit. no Parque Nacional do Viruá (Roraima)**. Dissertação.2012 69 f. (Mestre em Ciências Biológicas). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM. 2012.

BARROSO, G. M.; GUIMARÃES, E. F.; ICHASO, C. L. F.; COSTA, C. G.; PEIXOTO, A. L. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2002. v. 1, 309 p.

BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A. M.; LIMÓN, M. C.; CODÓN, A. C. **Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains**. International Microbiology, Madri, v.7 , p. 249-260, 2004.

BETTIOL, W. **Conversão de sistemas de produção**. **In: POLTRONIERI, L. S.; ISHIDA, A. K. N.** Métodos alternativos de controle de insetos-praga, doenças e plantas daninhas: panorama atual e perspectivas na agricultura. **Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. p. 289-308.**

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Controle biológico de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2009. P.239-240.

BIDOCHKA, M. J.; KASPERSKI, J. E.; WILD, G. A. M. Occurrence of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in soils from

temperate and near-northern habitats. **Canadian Journal of botany**, v. 76, p. 1198-1204, 1998.

BITTENCOURT, V. R. E. P.; SOUZA, E.J. de; PERALVA, S.L.F.S.; REIS, R.C.S. Eficácia do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883 em teste de campo com bovinos infestados por carrapato *Boophilus microplus* (Canestrini, 1883) (Acari: 10 Ixodidae). **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, Rio de Janeiro, v.20, n.2, p.78- 82, 1999.

BUENO, A. de F., D.R. SOSA-GÓMEZ, B.S. CORRÊA-FERREIRA, F. MOSCARDI & R.C.O.F BUENO, **Inimigos naturais das pragas da soja**. In: (Ed.). Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga, 493-629p. 2012

BURNS, R. G.; DE FOREST, J. L.; MARXSEN, J.; SINSABAUGH, R. L.; STROMBERGER, M. E.; WALLENSTEIN, M. D.; WEINTRAUB, M. N.; ZOPPINI, A. Soil enzymes in a changing environment: current knowledge and future directions. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 58, p. 216-234, 2013.

BUTT, T.M., JACKSON, C., MAGAN, N. Introduction - Fungal Biological Control Agents: Progress, Problems and Potential. In Butt, T.M., Jackson, C., Magan, N. (Eds), Fungi as Biocontrol Agents: Progress, Problems and Potential. Oxon: CABI Publishing. pp. 1-8. 2001.

CAPRONI, A. L.; FRANCO, A. A.; BERBARA, R. L. L.; TRUFEM, S. B.; GRANHA, J. R. D. O.; MONTEIRO, A. B. Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em áreas revegetadas após mineração de bauxita em Porto Trombetas, Pará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 12, p. 1409-1418, dez. 2003.

CARNEIRO, C. E.; ALVES-ARAÚJO, A.; ALMEIDA JR., E. B.; TERRA-ARAÚJO, M. H. 2014. **Sapotaceae**: in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB217> (Acesso em: 19 Fev. 2014).

CARVALHO, M. T. C. **Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em um fragmento florestal urbano em Cuiabá- MT**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá - MT. 2017.

CORABI-ADELL, C. **Biodiversidade do gênero *Trichoderma* (HYPOCREALES – FUNGI) mediante técnicas moleculares e análise ecofisiográfica**. 2004.220 f. Tese (Doutorado) - Curso de pós-graduação em ciências Biológicas, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2004.

COUTINHO, J. L. B.; CAVALCANTI, V. A. L. B. **Utilização do fungo *Beauveria bassiana*, no controle biológico do bicudo-do-algodoeiro em Pernambuco**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 23, n. 5, p. 455-461, maio 1988.

DALY, D. C.; FINE P. V. A.; MARTÍNEZ-HABIBE, M. C (2012) **Burseraceae: a model for studying the Amazon flora**. *Rodriguésia* 63: 21-30.

DONATTI, A. C. **Estudos de proteases degradadoras de cutículas produzidas por *Beauveria Bassiana***. 2007. 92f. Dissertação (Mestrado em microbiologia)- Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

DRIVER, F.; MILNER, R.J.; TRUEMAN, J.W.H. A taxonomic revision of *Metarhizium* based on a phylogenetic analysis of rDNA sequence data. **Mycological Research**, v.104. n.2, p.134-150, 2000.

FARIA, M.R.D.; WRIGHT, S.P. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. **Biological Control**, Orlando, v.43, n.3, p. 237-256,2007.

FERNANDES, E. G. **Estudo dos parâmetros biológicos envolvendo fungos entomopatogênicos e *Musca domestica* (Diptera: muscidae): imunologia, interação patógenos-hospedeiro, fisiologia e controle biológico.** 2010. 133f. Dissertação (Mestrado em microbiologia agrícola e ambiente) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2010.

FREITAS, M. A. E. M. R.; PEDROSA, R. L. R.; MARIANO e L. M. P. GUIMARÃES. 2012. **Seleção de *Trichoderma* spp. como potenciais agentes de biocontrole para *Meloidogyne incognita* em cana-de-açúcar.** *Nematropica* 42:115- 122. 2012.

FRIGHETTO, R. T. S.; VALARINI, P. J. **Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo.** Jaguariúna: Embrapa, 2000. 198p.

FUXA, J. R. Ecological considerations for the use of entomopathogens in IPM. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.32, p.225-251, 1987.

GAGLIOTI, A. L. **Urticaceae Juss. no Estado de São Paulo, Brasil.** Dissertação. 2011. 210 F. (Mestrado em biodiversidade vegetal e meio ambiente). Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, Sp. 2011.

GARCIA, M. O. **Utilização de fungos entomopatogênicos para o controle de *Orthezia praelonga* (Sternorrhyncha:Ortheziidae).** 2004. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2004.

GARCIA GUTIÉRREZ, C.; GONZÁLEZ MALDONADO, M. B. **Uso de bioinsecticidas para el control de plagas de hortalizas en comunidades rurales.** *Ra Ximhai*, v. 6, n.1, p.17- 22, 2010.

GASSEN, M. H. **Patogenicidade de fungos entomopatogênicos para o psilídeo da goiabeira *Triozoida* sp. (hemiptera: Psyllidae) e compatibilidade de agrotóxicos utilizados na cultura da goiaba sobre estes agentes de controle biológico.** 2006. 120f. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

INGLIS, G. D., GOETTEL, M. S., BUTT, T. M. & STRASSER, H. **Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests.** In **Fungi as Biocontrol Agents**, pp. 23–69. Edited by T. M. Butt, C. Jackson & N. Magan. Wallingford: CAB International. 2001.

JARONSKI, S. T. Soil ecology of the entomopathogenic Ascomycetes: A critical examination of what we (think) we know. In: EKESI, S.; MANIANIA, N.K. (Ed.). **Use of Entomopathogenic Fungi in Biological Pest Management.** Kerala: Research Signpost, p. 91-144. 2007.

JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOGG, E.A.; STEVENS, P.F. & DONOGHU, M. J. 2009. **Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético**. 3 ed. Artmed, Porto Alegre. 2009.

KAAYA, G.P.; MWANGI, E.N.; OUNA, E.A. Prospects for biological control of livestock ticks, *Rhipicephalus appendiculatus* and *Amblyomma variegatum*. Using the Entomogenous Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v. 67, p. 15-20, 1996.

KARSBURG, S. V. A.; BATTISTIN. Meiose e número cromossômico de cinco espécies da família urticaceae do rio grande do sul. **Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta**, Mato Grosso, v.4, n.1, p.47-60, 2006.

KÖLN, S. A. **Investigations on the effect of entomopathogenic fungi on whiteflies**. Dissertation. 2001. 128 f. (Doktorwürde der Agrarwissenschaften) der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. 128. Cologne, Nordrhein-Westfalen, 2001.

KOSKE, R. E.; HALVORSON, W. L. Ecological studies of vesicular–arbuscular mycorrhizae in a barrier sand dune. **Canadian journal of botany**, v. 59, n 8, pp. 1413-1422, 1981.

LEWIS, G. P.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B., LOCK, M. (eds.) (2005). Legumes of the World. **Royal Botanic Gardens**, Kew. P. 577, 2005.

LIMA, L. R.; PIRANI, J. R. **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo: Burseraceae**. 3 ed. São Paulo. 2005.

LOSEKANN, M. E. **Caracterização, classificação e indicadores de qualidade do solo em localidades de agricultura familiar do estado do Rio Grande do Sul**. 2009. 88f. Tese (Mestrado em Ciência do solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MACEDO, V. M. **Isolados de *Trichoderma* spp. como agentes promotores de crescimento e indutores de resistência em citros**. Dissertação. 2014. 112 f. (Mestrado em agroecologia e desenvolvimento rural) Universidade Federal de São Carlos, Araras, SP, 2014.

MACHADO, D.F.M.; PARZIANELLO, F.R.; SILVA, A.C.F. da; ANTONIOLLI, Z.I. 2012. Trichoderma no Brasil: O fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v.35, n.1, p.274-288. 2012

MEDO, J.; CAGÁN, L. Factors affecting the occurrence of entomopathogenic fungi in soils of Slovakia as revealed using two methods. **Biological Control**, Orlando, v. 59, n. 2, p.200-208, 2011.

MEYLING, N. V., EILENBERG, J. Occurrence and distribution of soil borne entomopathogenic fungi within a single organic agroecosystem. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 113, p. 336–341, 2006.

MENEZES, J.P.; JUNGES, E.; BLUME, E.; PEREIRA, M.E. Toxicologia do biopreparado a base de *Trichoderma* sp. (isolado UFSM T17) administrado em mamífero. **Revista da FZVA**, v.17, n.1, p.38-50, 2010.

MORAES, R.C. B.; HADDAD, M. L.; REYES, A. E. L. Software para análise faunística – ANAFAU. In: **Resumos** do VIII Simpósio de Controle Biológico; 2003; São Pedro. Piracicaba: SEB; 2003. p. 195.

MORI, S. A. & PRANCE, G. T. 1990. LECYTHIDACEAE - Part II. The zygomorphic-flowered New World genera (Couroupita, Corythophora, Bertholletia, Couratari, Eschweilera & Lecythis). **Flora Neotropica Monograph**, v.21, n.2, p. 1-376.

MORTON, C. M., MORI, S. A., PRANCE G. T. & Chase M. W. 1997. Phylogenetic relationships of Lecythidaceae: a cladistic analysis using rbcL sequence and morphological data. **American Journal of Botany**. 84: 530–540.

MUGNAI, Z.; BRIDGE, P. D.; EVAS, H. C. A chemotaxonomic evaluation of the genus *Beauveria*. **Mycological Research**, v. 92, n.2, p.199-209, 1989.

NACHTIGAL, G.F. **Espécies de Trichoderma: fungos benéficos a serem favorecidos por práticas adequadas de manejo. 2012.**

NEVES, P. M. O. J.; SANTORO, P. H.; SILVA, R. Z. “Utilização de *Beauveria bassiana* (BALS) VUILL no manejo integrado da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolitidae)”, in: VEZON, Madelaine; PAULA JÚNIOR, Trazilbo José; PALLINI, Angelo (coord.). **Tecnologias alternativas para o controle de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG, 2006, p. 137-158.

NOGUEIRA, M. A. J.; SANTANA, L. D.; SALIMENA, F. R. G. A família sapotaceae na coleção do herbário leopoldo krieger (cesj), universidade federal de juiz de fora. In: 64º Congresso Nacional de Botânica, Belo Horizonte, 2013, Belo Horizonte, **Anais**. Sociedade brasileira de botânica, 2013.

ONOFRE S.B.; MINIUIK, C.M., BARROS, N. M.; AZEVEDO, J.L. 2001. Pathogenicity of four strains of entomopathogenic fungi against the bovine tick *Boophilus microplus*. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, 62: 1478–1480. et al. 2002.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.; BENTO, J.M.S. (Ed.) **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Malone, 2002. 635p.

PENNINGTON, T.D. **Sapotaceae**. Flora Neotropica Monograph. Vol. 52. The New York Botanical Gardens, New York. 770p. 1990.

PEREIRA, J. C.; NEVES, M. C. P.; DROZDOWICZ, A. **Quantificações das populações de bactérias em geral, de bactérias resistentes a antibióticos e de actinomicetos em solos**. 1.ed. Seropédica: EMBRAPA-CNPAB, 1996. 21p.

PIRANI, J.R. Flora da reserva ducke, amazonas, Brasil: **Rutaceae**. Universidade de São Paulo, Rodriguésia, 56 (86): 189-204. 2005.

PIRANI, J.R. & GROppo, M. **RUTACEAE**. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

POMELLA, A. W. V. RIBEIRO, R. T. S. Controle Biológico com *Trichoderma* em grandes culturas- Uma visão empresarial. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B.

(Org.). **Biocontrole de Doenças de Plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna-SP: Embrapa Meio Ambiente, 2009. P. 239-244.

RODRIGUES, S. T. et al. **Composição florística e abundância de pteridófitas em três ambientes da bacia do rio Guamá, Belém, Pará, Brasil**. Acta Amazonica, Manaus, vol. 34(1), p. 35 – 42, 2004.

ROHWER, J.G. **Lauraceae: Nectandra**. Flora Neotropica 60: 1-332.1993.

ROMANIUC NETO, S. & GAGLIOTI, A. L. **Urticaceae**. In: R.C. Forzza, J.F.A. BAUMGRATZ, C.E.M. BICUDO, A.A. CARVALHO JR., A, B.M.T. WALTER & D. ZAPPI (EDS.). Catálogo de fungos e plantas do Brasil. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, v. 2, p. 1662-1665. 2010.

SAMUELS, J. G. **Trichoderma: a review of biology and systematics of the genus**. Journal Of Mycology, Columbus, v. 100, p. 923-9935, 1996.

SILVA, A. B. **Aspectos Biológicos e Toxicidade de Produtos de Origem Vegetal à E. annulipes sobre S. frugiperda**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Federal da Paraíba, Areia, 138p., 2009.

VILAS-BOAS, A. M.; PACCOLA-MEIRELLES, L. D.; LUNA-ALVES-LIMA, E. A. **Desenvolvimento e aperfeiçoamento de inseticidas biológicos para o controle de pragas**. Arquivos de biologia e Tecnologia, Curitiba, v. 35, p. 749-761, 1992.

WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A.; CRUZ, I. **Cultivo do Milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA MILHO E SORGO, 2006. (Documento Técnico). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho>>

WATRIN, O.S.; ROCHA, A.M.A. 1992. **Levantamento de vegetação natural e uso da terra no Município de Paragominas (PA) utilizando imagens TM/Landsat**. EMBRAPA-CPATU (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 124), Belém, Pará. 40pp.

WERFF, H. WAN DER & RICHTER, H. G. Toward and improved classification of Lauraceae. **Annals**, of the Missouri Botanical Garden, v. 8, p. 419 – 432, 1996.

ZIMMERMANN, G. Review on safety of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 17, n. 9, p. 879–920, 2007.