

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGE CB

Desempenho biológico de *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa* sp.
(Neuroptera: Chrysopidae) criados com *Glycaspis brimblecombei*
(Hemiptera: Aphalaridae) em eucalipto

André Pessoa da Costa

Dourados-MS
Julho de 2025

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

André Pessoa da Costa

DESEMPENHO BIOLÓGICO DE *Chrysoperla externa* E *Ceraeochrysa* sp.
(NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) CRIADOS COM *Glycaspis*
brimblecombei (HEMIPTERA: APHALARIDAE) EM EUCALIPTO

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Fabricio Fagundes Pereira
Co-orientador: Patrik Luiz Pastori

Dourados-MS
Julho de 2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

C838d Costa, André Pessoa Da

Desempenho biológico de *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) criados com *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) em eucalipto [recurso eletrônico] / André Pessoa Da Costa. -- 2025.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Fabricio Fagundes Pereira.

Coorientador: Patrik Luiz Pastori.

Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2025.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Controle biológico. 2. crisopídeos. 3. psilídeo-de-concha. 4. predador natural. 5. capacidade predatória. I. Pereira, Fabricio Fagundes. II. Pastori, Patrik Luiz. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

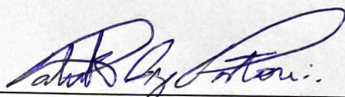
©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

"DESEMPENHO BIOLÓGICO DE *Chrysoperla externa* E *Ceraeochrysa* sp.
(NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) CRIADOS COM *Glycaspis brimblecombei*
(HEMIPTERA: APHALARIDAE) EM EUCALIPTO"

Por

ANDRÉ PESSOA DA COSTA

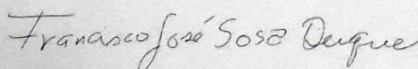
Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação



Patrik Luiz Pastori, D. Sc.
Coorientador/Presidente - UFGD



Participação remota
Marcos Gino Fernandes, D. Sc.
UFGD - Membro titular



Participação remota
Francisco José Sosa Duque, D. Sc.
UFRA - Membro titular

Dissertação aprovada em: 21 de maio de 2025.

BIOGRAFIA

André, nascido em Niterói/RJ, em 15 de março de 1970, sou filho de João Severino da Costa e Josefa Pessoa da Costa.

Cursei o ensino fundamental na Escola Municipal Tiradentes, entre os anos de 1977 e 1981. Posteriormente, ingressei no ensino médio na Escola Estadual Henrique Lage, também em Niterói/RJ, onde estudei de 1982 até 1988. No entanto, não foi possível concluir o ensino médio naquele momento, pois fui aprovado no concurso de aprendiz de marinho e me desloquei para Recife/PE, onde realizei o curso.

A conclusão do ensino médio ocorreu apenas em 1993, no Colégio Estadual Mullulo da Veiga.

Em 2018, iniciei o curso de Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) e finalizei a graduação em 2023.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela dádiva da vida e pelas conquistas alcançadas.

Aos meus pais, irmãos e filhos, minha profunda gratidão pelo carinho, incentivo e força que sempre me foram dados ao longo da minha trajetória, permitindo que eu jamais desistisse dos meus sonhos.

Ao professor Alfredo Raúl Abot (UEMS), pelo apoio incondicional e pelo incentivo que despertaram em mim o interesse pela entomologia.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (PPGECB), agradeço a oportunidade de realizar este curso de mestrado, que tanto contribuiu para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Ao Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira, registro meu profundo agradecimento pela orientação dedicada, pelos ensinamentos preciosos em entomologia, pela paciência e pela motivação constante na condução desta pesquisa. Sou imensamente grato por ter sido acolhido em Dourados e guiado para um lar iluminado, que muito contribuiu para o meu amadurecimento pessoal. Estendo minha gratidão também aos amigos e colegas do Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL).

Ao suporte financeiro fornecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), essenciais para a realização desta pesquisa. À Associação Sul-Mato-Grossense de Produtores e Consumidores de Florestas Plantadas (REFLORE-MS), pelo valioso apoio logístico e financeiro disponibilizado para este estudo.

Aos amigos da turma de pós-graduação, Izabela Palombo, Amanda Buzanari e Vinicius Oliveira, agradeço pelos momentos compartilhados, seja estudando ou no campo, e pela amizade sincera que guardarei com muito carinho.

Por fim, a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha trajetória de vida e para que eu pudesse chegar até aqui, deixo meu mais sincero agradecimento.

Muito obrigado!

A todos aqueles que de alguma forma participaram na minha caminhada para eu chegar até aqui. Muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
3. OBJETIVO GERAL	11
4. HIPÓTESES	11
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
Desempenho biológico de <i>Chrysoperla externa</i> e <i>Ceraeochrysa</i> sp. (Neuroptera: Chrysopidae) criados com <i>Glycaspis brimblecombei</i> (Hemiptera: Aphalaridae) em eucalipto.....	
RESUMO SIMPLES:.....	20
RESUMO:	20
1. INTRODUÇÃO.....	21
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
2.1 OBTENÇÃO E CRIAÇÃO DE INSETOS	21
2.2 DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL	22
2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICAS	23
3. RESULTADOS	24
4. DISCUSSÃO	30
5. CONCLUSÕES.....	33
6. REFERÊNCIAS	34
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
8. MATERIAIS SUPLEMENTARES:	38

RESUMO

O psílideo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (Hemiptera: Psyllidae), é uma praga de eucalipto que causa desfolha, enfraquecimento das árvores, superbrotamento e secamento do dossel. Os crisopídeos, especialmente *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) e *Ceraeochrysa* sp. (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) são amplamente utilizados no controle biológico de artrópodes e se destacam como potenciais agentes no manejo dessa praga. O objetivo foi avaliar as características biológicas e a capacidade de predação de diferentes linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. alimentadas com ninfas de *G. brimblecombei* em folhas de eucalipto, em condições de laboratório. O experimento foi conduzido na Fazenda São Guilherme, em Ribas do Rio Pardo, e no Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), sob condições controladas de temperatura, umidade e fotoperíodo. Larvas recém-emergidas de crisopídeos foram individualizadas em placas de Petri e submetidas a sete tratamentos, TRE1: *C. externa* LC x *G. brimblecombei* (*C. externa* linhagem comercial); TRE2: *C. externa* LF x *G. brimblecombei* (*C. externa* linhagem proveniente de fazenda de eucalipto); TRE3: *C. externa* LF x *E. kuehniella* (*C. externa* linhagem proveniente de fazenda de eucalipto); TRE4: *Ceraeochrysa* sp. BW x *G. brimblecombei* (*Ceraeochrysa* sp. linhagem proveniente de fazenda de eucalipto); TRE5: *Ceraeochrysa* sp. BW x *E. kuehniella* (*Ceraeochrysa* sp. linhagem proveniente de fazenda de eucalipto); TRE6: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *G. brimblecombei* (*Ceraeochrysa* sp. linhagem proveniente das proximidades da UFGD); TRE7: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *E. kuehniella* (*Ceraeochrysa* sp. linhagem proveniente das proximidades da UFGD) em um delineamento inteiramente casualizado. Foram analisadas variáveis como taxa de predação, viabilidade e desenvolvimento biológico. De maneira geral, com base na metodologia utilizada e nos resultados obtidos, as diferentes linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. conseguiram predar e se desenvolver consumindo as ninfas de *G. brimblecombei*. O desenvolvimento biológico de *C. externa*, bem como de suas linhagens, foi superior ao de *Ceraeochrysa* sp. A capacidade predatória de *C. externa* é superior á de *Ceraeochrysa* sp., ao consumirem ninfas de *G. brimblecombei*. A capacidade predatória de larvas de *C. externa* ao consumirem ninfas de *G. brimblecombei* é semelhante entre as linhagens comercial (LC) e fazenda (LF). De maneira geral, *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. têm potencial para serem utilizados como agentes de controle biológico de *G. brimblecombei* em plantios comerciais de eucalipto.

Palavras-chave: Controle biológico; crisopídeos; psílideo-de-concha; predador natural; capacidade predatória.

ABSTRACT

The shell psyllid, *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (Hemiptera: Psyllidae), is a pest of eucalyptus that causes defoliation, tree weakening, oversprouting, and canopy drying. Lacewings, especially *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) and *Ceraeochrysa* sp. (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), are widely used in the biological control of arthropods and stand out as potential agents in the management of this pest. The objective was to evaluate the biological characteristics and predation capacity of different strains of *C. externa* and *Ceraeochrysa* sp. fed on *G. brimblecombei* nymphs on eucalyptus leaves, under laboratory conditions. The experiment was conducted at the São Guilherme Farm in Ribas do Rio Pardo and at the Biological Insect Control Laboratory (LECOBIOL) of the Federal University of Grande Dourados (UFGD), under controlled conditions of temperature, humidity, and photoperiod. Newly emerged lacewing larvae were individualized in Petri dishes and subjected to seven treatments: TRE1: *C. externa* LC x *G. brimblecombei* (*C. externa* commercial strain); TRE2: *C. externa* LF x *G. brimblecombei* (*C. externa* strain from a eucalyptus farm); TRE3: *C. externa* LF x *E. kuehniella* (*C. externa* strain from a eucalyptus farm); TRE4: *Ceraeochrysa* sp. BW x *G. brimblecombei* (*Ceraeochrysa* sp. strain from a eucalyptus farm); TRE5: *Ceraeochrysa* sp. BW x *E. kuehniella* (*Ceraeochrysa* sp. lineage from a eucalyptus farm); TRE6: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *G. brimblecombei* (*Ceraeochrysa* sp. lineage from the vicinity of UFGD); TRE7: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *E. kuehniella* (*Ceraeochrysa* sp. lineage from the interior areas of UFGD) in a randomized design. Variables such as predation rates, predictions, and biological development were tested. In general, based on the methodology used and the results obtained, the different lineages of *C. externa* and *Ceraeochrysa* sp. seek to prey and develop by consuming the nymphs of *G. brimblecombei*. The biological development of *C. externa*, as well as its lineages, was superior to that of *Ceraeochrysa* sp. The predatory capacity of *C. externa* is superior to that of *Ceraeochrysa* sp. when consuming *G. brimblecombei* nymphs.

The predatory capacity of *C. externa* larvae when consuming *G. brimblecombei* nymphs is similar between the commercial (LC) and farm (LF) strains. Overall, *C. externa* and *Ceraeochrysa* sp. have the potential to be used as biological control agents for *G. brimblecombei* in commercial eucalyptus plantations.

Key-words: Biological control; Lacewings; Shell psyllid; Natural predator; Predatory capacity.

1. INTRODUÇÃO

A importância do eucalipto para o Brasil é indiscutível. Atualmente, o país se destaca como o maior produtor de eucalipto no mundo (EMBRAPA, 2014; EMBRAPA, 2019), com 9,94 milhões de hectares de árvores plantadas para fins industriais, o que gera uma receita bruta de R\$ 260 bilhões, R\$ 14,29 bilhões em exportações e 2,6 milhões de postos de trabalho, diretos e indiretos (Indústria Brasileira de Árvores – IBÁ, 2024).

Em 2024, o estado de Mato Grosso do Sul se destacou como o segundo maior em extensão de área plantada no Brasil, abrigando cinco das dez cidades com as maiores áreas de florestas plantadas (Governadoria do Estado de Mato Grosso do Sul – GOV. MS, 2024).

As práticas e técnicas de manejo na silvicultura têm como objetivo aumentar a qualidade e a produtividade dos produtos florestais (CORRÊA *et al.*, 2020). Entretanto, a produção de eucalipto é frequentemente impactada por diversos fatores adversos, incluindo condições climáticas extremas, que favorecem o surgimento de pragas nativas e exóticas, comprometendo a produtividade (WINGFIELD *et al.*, 2008; WILCKEN *et al.*, 2015; WILCKEN *et al.*, 2022).

Os artrópodes pragas causam prejuízos às plantações de eucalipto. O psíldeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (Hemiptera: Aphalaridae), os psíldeos *Blastopsylla occidentalis* (Taylor, 1985) (Hemiptera: Aphalaridae), *Ctenarytaina spatulata* (Taylor, 1997) (Hemiptera: Aphalaridae) e *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell, 1890) (Hemiptera: Psyllidae) estão entre os mais difíceis de controlar (SANTOS *et al.*, 2008; EMBRAPA, 2021).

O psíldeo-de-concha é originário da Austrália e ataca muitas variedades de eucalipto, sendo as mais suscetíveis, *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus tereticornis* (BRENNAN *et al.*, 2001). Os primeiros registros desse inseto no Brasil ocorreram em meados de 2003, no estado de São Paulo, em híbridos de *Eucalyptus urograndis*. A presença de *G. brimblecombei* foi posteriormente relatada em outros estados, como Goiás, Minas Gerais e Paraná (SANTANA *et al.*, 2003). Esse inseto causa desfolha, favorece o surgimento de fumagina e, principalmente, o secamento das plantas atacadas, o que reduz o crescimento e pode levar à morte das árvores.

O controle biológico surge como uma alternativa alinhada ao equilíbrio natural, propondo a utilização de macrorganismos e microrganismos para o manejo de artrópodes-pragas. Essa técnica é praticada desde tempos antigos, como o uso de formigas para o controle de insetos. O controle biológico pode reduzir a aplicação de pesticidas

(GONÇALVES, 1996; BEZERRA *et al.*, 2009; PARRA, 2019; FONTES *et al.*, 2024; KOPPERT, 2024). O método de controle biológico do psilídeo-de-concha é importante e precisa de muitas pesquisas para que seja adotado em grande escala (WILCKEN, 2005).

Psyllaephagus bliteus (Riek, 1962) (Hymenoptera: Encyrtidae), originária da Austrália, foi introduzida no Brasil com a finalidade de atuar no controle do psilídeo-de-concha, o que representou uma estratégia de controle biológico, buscando equilibrar a população do psilídeo e proteger as florestas de eucalipto. Além disso, o uso de predadores generalistas apresenta alto potencial no controle de ninfas e adultos de *G. brimblecombe*, como por exemplo *Atopozelus opsimus* (Elkins, 1954) (Hemiptera: Reduviidae) e *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) (DIAS *et al.*, 2012; CUELLO *et al.*, 2019).

Os crisopídeos já são utilizados como agentes de controle biológico na redução populacional de diversas pragas, como ácaros, cochonilhas, larvas e ovos de lepidópteros e moscas-brancas (FIGUEIRA *et al.*, 2000; BEZERRA *et al.*, 2009; FILHO *et al.*, 2015; PAPPAS, 2011; NUNES, 2017; ALMEIDA, 2020; SCUDELER, 2020). As larvas de crisopídeos destacam-se como predadores naturais excepcionais, possuindo alta capacidade de busca por presas. Na fase larval, ao predar um artrópode, os crisopídeos injetam em suas presas enzimas digestivas capazes de liquefazer os tecidos internos de suas presas (ZIMMERMANN *et al.*, 2019).

As espécies *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) são predadores com grande potencial para serem empregados como agentes de controle biológico (FIGUEIRA *et al.*, 2000; BEZERRA *et al.*, 2009; FILHO *et al.*, 2015; PAPPAS, 2011; NUNES, 2017; ALMEIDA, 2020; SCUDELER, 2020).

Na criação dos crisopídeos em condições de laboratório, a dieta dos adultos consiste em levedo de cerveja e mel na proporção de 1:1, enquanto as larvas são alimentadas com ovos de lepidópteros, com ovos de *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) (ALMEIDA, 2020). Desse modo, o objetivo foi avaliar as características biológicas (duração larval, viabilidade larval, duração pupal, viabilidade pupal, viabilidade dos ovos, período de incubação, número de ovos, período de oviposição e longevidade de adultos) e a capacidade de predação de diferentes linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. alimentadas com *G. brimblecombei* em folhas de eucalipto, em condições de laboratório.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do eucalipto

A silvicultura com *Eucalyptus* (L'Héritier, 1789), *Pinus* (Linnaeus, 1753), *Acacia* (Linnaeus, 1753) e *Tectona* (Linnaeus, 1753) proporciona alta produtividade com benefícios econômicos e sustentáveis (KELTY, 2006; MENDOZA-MARTINEZ *et al.*, 2023; QUEVEDO-AMADOR *et al.*, 2024).

O gênero *Eucalyptus* (Myrtales: Myrtaceae) possui aproximadamente 730 espécies registradas (EMBRAPA, 2022). O setor florestal registrou aumento de aproximadamente 3,2% e alcançou produção de R\$ 202,6 bilhões em 2023 (Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ, 2024).

Atualmente, no Brasil, a área total de florestas plantadas é estimada em 10,2 milhões de hectares, dos quais 7,8 milhões são destinados ao cultivo de eucaliptos. As espécies mais relevantes neste cenário incluem *Eucalyptus grandis* (Hill, 1827), *E. saligna* (Smith, 1793), *E. urophylla* (Blake, 1942) e o híbrido *E. urograndis*. A região com maior concentração desses cultivos é Minas Gerais, a qual representa 63% das áreas destinadas a atender à demanda industrial crescente por matérias-primas, como carvão vegetal, painéis, pisos, celulose e papel (SIMETTI *et al.*, 2018; IBÁ, 2024).

Diversos fatores podem comprometer o crescimento e a produtividade do setor florestal, tais como fatores edáficos, climáticos, genéticos, fisiográficos, bióticos e abióticos (CAMPOS, 1970; BINKLEY *et al.*, 2017; FREITAS *et al.*, 2020).

As florestas de eucalipto são geralmente caracterizadas por extensas áreas contínuas de plantas da mesma espécie, com base genética limitada, o que as torna um recurso para diversas espécies de insetos que se adaptam às condições ambientais e aumentam sua densidade populacional. Esse cenário favorece o estabelecimento tanto de pragas nativas quanto de pragas exóticas (LEIDINGER *et al.*, 2019; BARBOSA *et al.*, 2021).

Entre os insetos que podem provocar sérios prejuízos econômicos nas plantações de eucalipto, merecem destaque as formigas cortadeiras pertencentes aos gêneros *Atta* spp. e *Acromyrmex* spp. (Hymenoptera: Formicidae). Além delas, também se encontram os lepidópteros desfolhadores, como *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), *Eupseudosoma involuta* (Sepp, 1852) (Lepidoptera: Erebididae) e *Sarsina violascens* (Herrich-Schaeffer, 1856) (Lepidoptera: Lymantriidae). Complementando essa lista, surgem ainda os coleópteros desfolhadores, entre os quais se destacam *Costalimaita*

ferruginea (Fabricius, 1801) e (Lefevre, 1877) (Coleoptera: Chrysomelidae) (SCHNELL *et al.*, 2016; MOTA *et al.*, 2022; GHIOTTO *et al.*, 2023).

Espécies de insetos consideradas pragas exóticas possuem diversos mecanismos de invasão e disseminação (ESTOUP; GUILLEMAUD, 2010). O aumento do comércio internacional e do fluxo de pessoas é um dos principais fatores que traz riscos e vulnerabilidades econômicas, sociais e ambientais. No Brasil, o psíldeo-de-concha (*G. brimblecombei*) e os psíldeos-de-ponteiro *C. spatulata*, *C. eucalypti* e *B. occidentalis* são classificados como pragas exóticas (BARBOSA *et al.*, 2021).

Os psíldeos, em geral, prejudicam espécies de *Eucalyptus* ao se alimentarem de grandes quantidades de seiva, causando danos às folhas e comprometendo o crescimento das árvores, sendo considerados pragas de importância econômica para o cultivo do eucalipto (PEREIRA *et al.*, 2013; QUEIROZ *et al.*, 2013).

2.2 *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae)

O psíldeo-de-concha (*G. brimblecombei*) é uma espécie nativa da Austrália que se espalhou por várias regiões do mundo, tornando-se uma praga de grande relevância econômica (CUELLO *et al.*, 2019). Sua ocorrência foi relatada pela primeira vez em 1998, na Califórnia, Estados Unidos, como espécie invasora em cultivos de eucalipto, sendo registrada em São Paulo, Brasil, no ano de 2003, em plantações de *Eucalyptus camaldulensis* (BRENNAN *et al.*, 2001; BREDÁ *et al.*, 2010). Segundo Lutinski *et al.* (2006),—o psíldeo-de-concha se disseminou para outros estados brasileiros, como Minas Gerais, Goiás e Paraná, sendo registrado também em cultivos de *Eucalyptus* spp. no Mato Grosso do Sul (VIEIRA *et al.*, 2018).

Infestações dessa espécie são caracterizadas pelas conchas brancas presentes nas folhas de eucalipto, onde se desenvolvem as ninfas do psíldeo-de-concha (CUELLO *et al.*, 2019). As conchas, ou *lerps*, fornecem proteção contra inimigos naturais e evitam a dessecação durante o desenvolvimento dos estágios imaturos. Hipóteses indicam que essas conchas rígidas e circulares evoluíram para prevenir a perda de água em ambientes semiáridos da Austrália, característica observada em muitas espécies da superfamília Psylloidea (SHARMA *et al.*, 2013). Os *lerps* são produzidos nos túbulos de Malpighi, que excretam uma mistura de amido e melada que se solidifica ao entrar em contato com o ar, formando a estrutura protetora (WHITE, 1972; SULLIVAN *et al.*, 2006).

O ciclo de vida de *G. brimblecombei* ocorre por reprodução sexuada e tem duração de 15 a 34 dias. As fêmeas depositam de 6 a 45 ovos na superfície de folhas jovens. As

ninfas têm coloração amarela e corpo achatado dorsoventralmente até o terceiro ínstar, passando a apresentar variação entre amarelo e verde a partir do quarto ínstar. Os adultos possuem coloração predominantemente verde, embora as fêmeas possam variar entre verde e vermelho, diferenciando-se dos machos pelo abdômen arredondado e maior tamanho. As antenas dos adultos são compostas por 10 artículos filiformes, e seu aparelho bucal é do tipo picador-sugador tetraqueta (FIRMINO-WINCKLER *et al.*, 2009).

Os psilídeos-de-concha, tanto em seus estágios imaturos quanto adultos, alimentam-se do floema das folhas ao inserir o estilete, causando descoloração, indução de fungos fuliginosos, redução da área fotossintética e comprometimento do desenvolvimento e vigor das árvores de eucalipto. Infestações severas podem causar mortalidade de 15% a 40% das árvores (FILHO *et al.*, 2015). Os fungos fuliginosos, como *Cladosporium* sp., *Aureobasidium* sp., *Antennariella* sp., *Limacinula* sp., *Scorias* sp. e *Capnodium* sp., utilizam a melada produzida pelas ninfas como recurso, agravando os danos econômicos ao cultivo de eucalipto (BRENNAN *et al.*, 2001; PEREIRA *et al.*, 2013).

O desenvolvimento de espécies geneticamente aprimoradas, controle químico e biológico, tem sido utilizado para a redução populacional do psilídeo-de-concha em cultivos de eucalipto (CAMARGO *et al.*, 2014; DOMINGUES *et al.*, 2022; AGROFIT, 2024).

Atualmente, existem 15 pesticidas registrados para o controle do psilídeo-de-concha, que incluem produtos à base de acetamiprido, bifentrina, alfa-cipermetrina, etofenproxi e lambda-cialotrina (AGROFIT, 2024). Os inseticidas acetamiprido em combinação com etofenproxi e metoxifenoazida são amplamente recomendados para utilização em ambientes que priorizam a segurança ecológica, especialmente nas regiões onde os crisopídeos se encontram naturalmente. Esses produtos químicos são categorizados como pesticidas de vida curta (classe 1), não afetando os estágios larvais e adultos de *C. externa* (ARMAS, 2023).

2.3 Importância dos crisopídeos no controle biológico de pragas

Neuroptera é uma ordem de insetos holometábolos, composta por 15 famílias e aproximadamente 6.000 espécies descritas. A família Chrysopidae é dividida em três subfamílias: Apochrysinae, Notochrysinae e Chrysopinae. No Brasil, Chrysopinae é a mais diversa, com 182 espécies descritas em 19 gêneros (WINTERTON & BROOKS, 2002; GARZÓN-ORDUNA *et al.*, 2019). Os crisopídeos são insetos predadores polípagos amplamente utilizados no manejo integrado de pragas devido à sua capacidade de predação voraz e à adaptação a diferentes habitats geográficos (TRIVELLATO *et al.*, 2012). Os adultos alimentam-se de néctar e pólen, enquanto as ninfas predam artrópodes de corpo

mole, como pulgões, tripes, psílídeos e imaturos de lepidópteros (CANARD, 2001). Além disso, esses insetos suplementam sua dieta com recursos não presa, como pólen e néctar (PATT *et al.*, 2003).

Os ovos são suspensos por um filamento delgado, arredondados e geralmente verdes, sendo depositados em locais próximos a recursos alimentares para garantir a sobrevivência dos descendentes (BATOOL *et al.*, 2014).

A fase larval inclui três ínstaes, com alta capacidade de predação no último estágio. As larvas possuem aparelho bucal sugador modificado, mandíbulas e maxilas justapostas formam um canal alimentar. As larvas de crisopídeos, ao se alimentarem de suas presas, utilizam a habilidade de injetar enzimas digestivas que desempenham um papel crucial, pois liquefazem os órgãos internos das presas, permitindo à larva sugar os nutrientes liquefeitos de maneira eficiente (ZIMMERMANN *et al.*, 2019).

Na fase adulta, o aparelho bucal do tipo mastigador é utilizado para facilitar a ingestão de recursos florais, desempenhando um papel importante na polinização e perpetuação da população (NEW, 1975).

No Brasil, quatro espécies de *Chrysoperla* são conhecidas (STEINMANN, 1964). Entre elas estão a *genanigra* (Freitas, 2003) e a *raimundoi* (Freitas & Penny, 2001) (Neuroptera: Chrysopidae). Além dessas, também se destaca a *defreitasi* (Brooks, 1994) (Neuroptera: Chrysopidae) e *C. externa*, que é a mais reconhecida e largamente empregada como um agente de controle biológico. Esta última é amplamente utilizada em uma variedade de agroecossistemas, incluindo culturas como algodão, trigo, café e eucalipto (SÂMIA *et al.*, 2019; MARTINS *et al.*, 2021; BORGES *et al.*, 2024). *C. externa* é utilizado no controle de vários artrópodes-praga como *Aphis gossypii* (Glover, 1877) (Hemiptera: Aphididae), *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) e *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833) (Lepidoptera: Noctuidae) (DIAS *et al.*, 2019; ALMEIDA *et al.*, 2020). Além disso, *C. externa* é indicada para o controle de psílídeo-de-concha na cultura do eucalipto (CUELLO *et al.*, 2019). O estabelecimento da criação massal em laboratório é uma etapa fundamental do controle biológico aumentativo, visa a liberação em campo (PARRA, 2002). Contudo, fatores como o comportamento canibal das larvas e a criação das presas como ovos de *E. kuehniella* podem dificultar a produção em larga escala (SOUSA *et al.*, 2016; ALMEIDA *et al.*, 2020).

Os adultos de *C. cubana* se destacam por apresentarem marcas avermelhadas que adornam tanto o pronoto quanto a faixa lateral, atingindo um tamanho médio de aproximadamente 20 mm. Já os imaturos são descritos como predadores extremamente

vorazes, alimentando-se de uma vasta gama de insetos, incluindo espécies como *Aleurocanthus woglumi* (Ashby, 1915) (Hemiptera: Aleyrodidae), *A. gossypii*, assim como *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (NUNES *et al.*, 2017). Além disso, as larvas de *Ceraeochrysa* sp. acumulam detritos e restos de presas em suas cerdas dorsais, formando uma estrutura protetora que atua tanto como camuflagem quanto como defesa contra predadores naturais (CANARD E DUELLI, 1984; FUENTE *et al.*, 2018).

Atualmente, vários estudos sobre a biologia e manejo de crisopídeos têm sido desenvolvidos para sua aplicação em programas de controle biológico, com destaque para as espécies *C. externa* e *C. cubana* (NUNES *et al.*, 2017; CUELLO *et al.*, 2019; MARTINS *et al.*, 2019; SÂMIA *et al.*, 2019; MARTINS *et al.*, 2021; BORGES *et al.*, 2024).

2.4 Criação massal de crisopídeos

O procedimento de criação massal de crisopídeos exige compreensão de sua biologia e padrões comportamentais. A criação massal de crisopídeos em biofábricas já é uma realidade; no entanto, a produção enfrenta desafios significativos, uma vez que o canibalismo entre as larvas pode resultar em uma diminuição de até 30% na produtividade. Para mitigar o canibalismo, são introduzidos pedaços de papel nos recipientes de criação das larvas, com o intuito de aumentar a área disponível para locomoção e proporcionar abrigo às larvas. (COSTA *et al.*, 2003). Conforme as larvas progridem em seu desenvolvimento, elas não apenas crescem em tamanho, mas também aprimoram suas habilidades de locomoção, o que resulta em uma maior eficácia na busca e captura de presas (VENZON *et al.*, 2023).

A criação massal de crisopídeos por meio do uso de presas naturais revela-se como uma alternativa impraticável, uma vez que requer a produção das plantas hospedeiras que sustentam os insetos presas, o que, por sua vez, aumenta significativamente os custos do processo produtivo. Considerando que as larvas são generalistas, as biofábricas optam por utilizar presas alternativas e/ou dietas artificiais, tornando a criação em ambiente laboratorial mais simples e econômica em comparação ao uso de presas naturais. *Ephestia kuehniella*, traça-da-farinha, é uma presa que fornece a dieta alimentar necessária ao desenvolvimento das larvas de crisopídeos. Os ovos desse lepidóptero são esterilizados com luz ultravioleta e oferecidos como presas às larvas de crisopídeos. No que diz respeito às larvas de *C. externa*, elas são capazes de consumir, em média, 43 mg de ovos de *E. kuehniella* durante todo o seu desenvolvimento larval (BORTOLI *et al.*, 2006).

2.5 Preferência alimentar

A capacidade de insetos predadores generalistas de consumir determinadas presas com maior frequência é uma característica de preferência relevante para o controle biológico de pragas-alvo. Essa preferência pode estar relacionada à disponibilidade e densidade da presa no nicho ecológico do predador (FRAZER, 1988; CHENG *et al.*, 2010).

Na criação massal ou em laboratório de *Chrysoperla* e *Ceraeochrysa* sp., utiliza-se como dieta alternativa ovos de *E. kuehniella*. Pesquisadores relatam bons resultados no desenvolvimento destes predadores (MONTEIRO, 2021; GALLEG0, 2022; PORTO, 2023; DAMI, 2023).

As larvas de crisopídeos mostram preferência por se alimentarem de pulgões (Hemiptera: Sternorrhyncha; Aphididae), considerados uma fonte alimentar primária (GRAVENA & CUNHA, 1991). Exemplos notáveis incluem: *Myzus persicae* (Sulzer, 1776), praga de diversas plantas, *A. gossypii*, em algodoeiros, *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) nas gramíneas, *Macrosiphum rosae* (Linnaeus, 1758) que ataca plantas da família Rosaceae, e *Rhodobium porosum* (Sanderson, 1900) que também integra essa rica diversidade de afídeos (FONSECA; CARVALHO; SOUZA, 2000; MAIA *et al.*, 2004; ALCANTRA *et al.*, 2008; BARBOSA *et al.*, 2008; BATISTA *et al.*, 2022; GAMBOA; SOUZA; MORALES, 2016).

Em cultivo de citros, por exemplo, *C. externa* e *C. valida* (Banks, 1895) (Neuroptera: Chrysopidae) foram registradas, predando *Diaphorina citri* (Kuwayama, 1908) (Hemiptera: Liviidae), uma das principais pragas dessa cultura (PALOMARES-PÉREZ *et al.*, 2020). Estudo no qual *C. externa* demonstrou maior porcentagem de predação e voracidade nos últimos estágios larvais (PALOMARES-PÉREZ *et al.*, 2020).

Diante do exposto, fica claro que os crisopídeos são predadores capazes de controlar várias pragas, contudo, por mais que o comportamento predatório de espécies dos gêneros *Chrysoperla* e *Ceraeochrysa* tenha sido registrado predando vários artrópodes em muitas culturas, existe uma lacuna significativa de conhecimento sobre sua preferência alimentar em outros sistemas agrícolas. Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho biológico de *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) criados com *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) em eucalipto. Desta forma, pretende-se fundamentar as orientações sobre a utilização desses insetos no controle biológico do psíldeo-de-concha.

3. OBJETIVO GERAL

Avaliar o desempenho biológico e a capacidade de predação de duas linhagens de *C. externa* e de *Ceraeochrysa* sp. alimentadas com ovos de *E. kuehniella* e ninfas de *G. brimblecombei* em folhas de eucalipto, em condições de laboratório.

3.1 Objetivos Específicos

1. Avaliar o desenvolvimento biológico (duração larval, viabilidade larval, duração pupal, viabilidade pupal, viabilidade dos ovos, período de incubação, número de ovos, período de oviposição e longevidade de adultos) de diferentes linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. criadas com ninfas de *G. brimblecombei* e ovos de *E. kuehniella*.
2. Avaliar a capacidade predatória de diferentes linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. sobre ninfas de *G. brimblecombei*.

4. HIPÓTESES

1. Ao consumirem ninfas de *G. brimblecombei*, o desenvolvimento biológico de *C. externa* é superior ao de *Ceraeochrysa* sp.
2. Ao consumirem ninfas de *G. brimblecombei*, o desenvolvimento biológico de *C. externa* linhagem comercial (LC) é superior à capacidade predatória de larvas de *C. externa* linhagem fazenda (LF).
3. Ao predarem ninfas de *G. brimblecombei*, a capacidade predatória de larvas de *C. externa* linhagem comercial (LC) é superior à capacidade predatória de larvas de *C. externa* linhagem fazenda (LF).
4. Ao predarem ninfas de *G. brimblecombei*, a capacidade predatória de larvas de *C. externa* é superior quando comparada à de *Ceraeochrysa* sp.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcantra, E. *et al.* Biological aspects and predatory capacity of *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) fed on *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) under different temperatures. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 32: 1047-1054, 2008.

Almeida, R.P. **Aspectos biológicos e etológicos de *Chrysoperla externa* Hagen, 1861 (Neuroptera: Chrysopidae)**. Embrapa Algodão, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2020.

Armas, F. S. *et al.* Toxicidade residual de quatro inseticidas sobre larvas e adultos do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Brasileira de Fruticultura** 45: e-926, 2023.

Barbosa, L.R. *et al.* Eficiência de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) no controle de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) em pimentão (*Capsicum annum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 32: 1113-1119, 2008.

Barbosa, L.R., Queiroz, D.L., Nickelle, M.A., Queiroz, E.C., Reis Filho, W., Iede, E.T., Penteado, S. **Pragas de eucaliptos**. O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento: 751-780, 2021.

Batool, A., Abdullah, K., Mamoon-ur-Rashid, M., Khattak, M.K., Abbas, S.S. Effect of prey density on biology and functional response of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Pakistan Journal of Zoology** 46: 129-137, 2014.

Batista, M.C. *et al.* Diet breadth of the aphid predator *Chrysoperla rufilabris* Burmeister (Neuroptera: Chrysopidae). **Bulletin of Entomological Research** 112: 528-535, 2022.

Bezerra, C. E. S. *et al.* Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae): aspectos biológicos, potencial de utilização e perspectivas futuras. **Revista Caatinga** 22: 1-5, 2009.

Binkley, D., Campoe, O.C., Alvares, C., Carneiro, R.L., Cegatta, Í., Stape, J.L. The interactions of climate, spacing and genetics on clonal *Eucalyptus* plantations across Brazil and Uruguay. **Forest Ecology and Management** 405: 271-283, 2017. DOI: 10.1016/j.foreco.2017.09.050.

Borges, D.J.V., Souza, R.A.C., Oliveira, A., Sousa, R.M.F., Venâncio, H., Demetrio, G.R., Ambrogi, B.G., Santos, J.C. Green Lacewing *Chrysoperla externa* Is Attracted to Volatile Organic Compounds and Essential Oils Extracted from *Eucalyptus urograndis* Leaves. **Plants** 13: 2192, 2024. DOI: 10.3390/plants13162192.

Breda, M.O., de Oliveira, J.V., Carvalho, A.N.M., de Queiroz, D.L. Registro de *Glycaspis brimblecombei* em *Eucalyptus* spp., em Petrolina, Pernambuco, Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira** 30(63): 253-253, 2010. DOI: 10.4336/2010.pfb.30.63.253.

Brennan, E.B., Hrusa, G.F., Weinbaum, S.A., Levison, W.J. Resistance of *Eucalyptus* species to *Glycaspis brimblecombei* (Homoptera: Psyllidae) in the San Francisco Bay area. **Pan-Pacific Entomologist** 77(4): 249-253, 2001.

Camargo, J.M.M., Zanol, K.M.R., Queiroz, D.L., Dedececk, R.A., Oliveira, E.B., Melido, R.C.N. Resistência de clones de *Eucalyptus* ao psilídeo-de-concha. **Pesquisa Florestal Brasileira** 34(77): 91-97, 2014. DOI: 10.4336/2014.pfb.34.77.504.

Campos, J.C.C. Principais fatores do meio que afetam o crescimento das árvores. **Floresta** 2(3): 45-52, 1970.

Canard, M. **Natural food and feeding habits of lacewings**. Lacewings in the Cop Environment 116-129, 2001. DOI: 10.1017/CBO9780511666117.007.

Canard, M. Duelli, P. Predatory behavior of larvae and cannibalism. **Biology of chrysopidae**, (27): 92-100, 1984.

Cheng, L.L., Nechols, J.R., Margolies, D.C., Campbell, J.F., Yang, P.S. Assessment of prey preference by the mass-produced generalist predator, *Mallada basalis* (Walker) (Neuroptera: Chrysopidae), when offered two species of spider mites, *Tetranychus kanzawai* Kishida and *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae), on papaya. **Biological Control** 53(3): 267-272, 2010. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2010.02.006.

Corrêa, R.S., *et al.* Espaçamentos de plantio promovem produção distinta em híbrido de eucalipto. **Advances in Forestry Science** 7, n. 3, 1073-1079, 2020.

Costa, R.I.F. *et al.* Influência da densidade de indivíduos na criação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 27: 1539-1545, 2003.

Cuello, E.M., Andorno, A.V., Hernandez, C.M., Lopez, S.N. Prey consumption and development of the indigenous lacewing *Chrysoperla externa* feeding on two exotic Eucalyptus pests. **Biocontrol Science and Technology** 29(12): 1159-1171, 2019. DOI: 10.1080/09583157.2019.1660958.

Dami, B.G., Santos, J.A, Barbosa, E.P, Rodriguez-Saona, C., Vacari, A.M. Functional response of 3 green lacewing species (Neuroptera: Chrysopidae) to *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae), **Journal of Insect Science** 23, 2023. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iead038>

De Bortoli, S.A. *et al.* Desenvolvimento e capacidade predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas. **Bioterra: Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Aracaju, v.6, n.1, p.145-152, 2006.

Dias, P.M., Loureiro, E.D.S., Pessoa, L.G.A., Neto, F.M.D.O., Tosta, R.A.D.S., Teodoro, P.E. Interactions between fungal-infected *Helicoverpa armigera* and the predator *Chrysoperla externa*. **Insects** 10(10): 309, 2019. DOI: 10.3390/insects10100309.

Dias, T.K.R., Wilcken, C.F., Soliman, E.P., Santana, H.R.G., Zaché, B. Occurrence of *Atopozelus opsimus* preying on nymphs and adults of *Glycaspis brimblecombei*. **Phytoparasitica** 40: 137–141, 2012. DOI: 10.1007/s12600-011-0213-1.

Domingues, M.M., Santos, P. L., Gêa, B.C., Carvalho, V.R., Oliveira, F.N., Soliman, E.P., Pereira, F.F., Zanuncio, J.C., Wilcken, C.F. *Cordyceps cateniannulata* and *Cordyceps javanica*: first report of pathogenicity to *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 94(3): e20211566, 2022. DOI: 10.1590/0001-376520220211566.

EMBRAPA. **Eucalipto**. Disponível online: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/eucalipto/producao/protecao-florestal/pragas> (acessado em 18 de janeiro de 2025).

EMBRAPA FLORESTAS. **Cultivo do Eucalipto**. 4. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 15 dez. 2024.

EMBRAPA. **Controle biológico**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico>. Acesso em: 15 dez. 2024.

EMBRAPA. **Eucalipto**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/eucalipto>. Acesso em: 15 dez. 2024.

Estoup, A., Guillemaud, T. Reconstructing routes of invasion using genetic data: why, how and so what?. **Molecular ecology** 19(19): 4113-4130, 2010. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2010.04773.x.

Freitas, E.C.S., De Paiva, H.N., Neves, J.C.L., Marcatti, G.E., Leite, H.G. Modeling of eucalyptus productivity with artificial neural networks. **Industrial Crops and Products** 146: 112149, 2020. DOI: 10.1016/j.indcrop.2020.112149.

Fonseca, A.R., Carvalho, C.F., Souza, B. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 29, 309-317, jun. 2000.

Gamboa, S., Souza, B., Morales, R. Actividad depredadora de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae) en cultivo de *Rosa* sp. **Revista Colombiana de Entomología** 42; 54-58, 2016.

Gallego, F.J., Rodríguez-Gómez, A., Reche, M.d.C., Balanza, V., Bielza, P. Effect of the Amount of *Ephestia kuehniella* Eggs for Rearing on Development, Survival, and Reproduction of *Orius laevigatus*. **Insects** 13: 250, 2022. <https://doi.org/10.3390/insects13030250>.

Figueira, L.K., Carvalho, C. F., Souza, B. Biologia e exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e agrotecnologia** 24(2): 319-326, 2000.

Filho, P.J.F. *et al.* Biological control of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) in eucalyptus plantations. **Phytoparasitica** 43: 151-157, 2015.

Firmino-Winckler, D.C., Wilcken, C.F., Oliveira, N.C.D., Matos, C.A.O.D. Biologia do psílídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera, Psyllidae) em *Eucalyptus* spp. **Revista Brasileira de Entomologia** 53: 144-146, 2009. DOI: 10.1590/S0085-56262009000100030.

Frazer, B.D., Predators. Minks, A.K. Harrewijn, P. **Aphids: their biology, natural enemies and control**. 2B: 217-230, 1988.

Fontes, E. M. G., et al. **Efeito do uso de bioinsumos sobre populações de pragas e inimigos naturais na cultura da soja no Sudoeste de Goiás**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 45, 2024.

Fuente, R.P.L., Peñalver, E., Azar, D., Engel, M.S. A soil-carrying lacewing larva in Early Cretaceous Lebanese amber. **Scientific Reports** 8(1): 16663, 2018. DOI: 10.1038/s41598-018-34870-1.

Garzón-Orduña, I.J., Winterton, S.L., Jiang, Y., Breitzkreuz, L.C., Duelli, P., Engel, M.S., Penny, N.D., Tauber, C.A., Mochizuki, A., Liu, X. Evolution of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae): a molecular supermatrix approach. **Systematic Entomology** 44(3): 499-513, 2019. DOI: 10.1111/syen.12339.

Ghiotto, T.C., Barbosa, M.C., Guerreiro, J.C., Prado, E.P., Masson, M.V., Tavares, W.S., Ferreira-Filho, P.J. Ecological importance of lepidopteran defoliators on eucalyptus plantations based in faunistic and natural enemy analyses. **Brazilian Journal of Biology** 83: e268747, 2023. DOI: 10.1590/1519-6984.268747.

Gonçalves, L. Fatos históricos do controle biológico. **Floresta e Ambiente** 3: 96-101, 1996.

Governadoria do Estado de Mato Grosso do Sul – GOV.MS. **Área plantada de florestas em MS é a que mais cresce no país e chega a 1,5 milhão de hectares**. Disponível online: <https://www.ms.gov.br/noticias/area-plantada-de-florestas-em-ms-e-a-que-mais-cresce-no-pais-e-chega-a-15-milhao-de-hectares%20> (acessado em 17 de janeiro de 2025).

Gravena, S.; Cunha, H.F. Predation of cotton leafworm first instar larvae, *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae). **Entomophaga, Paris** 36(4): 481-491, 1991. DOI:10.1007/BF02374430

IBÁ (Indústria Brasileira de Árvores). **Relatório Anual**. Base 2024. Disponível em: <https://www.iba.org/>. Acesso 21 de novembro de 2024.

Kelty, M.J. The role of species mixtures in plantation forestry. **Forest Ecology and Management** 233(2-3): 195-204, 2006. DOI: 10.1016/j.foreco.2006.05.011.

Koppert Brasil. **Controle Biológico de Pragas**. Disponível em: <https://www.koppert.com.br/protacao-de-culturas/controle-biologico-de-pragas/#:~:text=O%20Controle%20Biol%C3%B3gico%20de%20Pragas,para%20o%20controle%20de%20pragas>. Acessado em: 12 de dezembro 2024.

Leidinger, J., Seibold, S., Weisser, W.W., Lange, M., Schall, P., Türke, M., Gossner, M.M. Effects of forest management on herbivorous insects in temperate Europe. **Forest ecology and management** 437: 232-245, 2019. DOI: 10.1016/j.foreco.2019.01.013.

Lutinski, J.A., Lutinski, C.J., Garcia, F.R.M. First record of *Glycaspis brimblecombei* Moore 1964, (Hemiptera: Psyllidae) in Eucalyptus in Santa Catarina State, Brazil. **Ciência Rural** 36(2): 653-655, 2006. DOI: 10.1590/S0103-84782006000200046.

Maia, W.J.M. *et al.* Capacidade predatória e aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 28: 1259-1268, 2004.

Martins, C.C., Santos, R.S., Sutil, W.P., Oliveira, J.F.A.D. Diversity and abundance of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) in a Conilon coffee plantation in Acre, Brazil. **Acta Amazonica** 49(3): 173-178, 2019. DOI: 10.1590/1809-4392201804470.

Martins, E.F., Franzin, M.L., Perez, A.L., Schmidt, J.M., Venzon, M. Is *Ceraeochrysa cubana* a coffee leaf miner predator?. **Biological Control** 160: 104691, 2021. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2021.104691.

Mendoza-Martinez, C., Sermayagina, E., Saari, J., Ramos, V.F., Vakkilainen, E., Cardoso, M., Rocha, E. P. A. Fast oxidative pyrolysis of eucalyptus wood residues to replace fossil oil in pulp industry. **Energy**, 263: 126076, 2023. DOI: 10.1016/j.energy.2022.126076.

Monteiro, N.V. *et al.* **Aspectos biológicos de Chrysoperla externa visando ao controle biológico da mosca-branca-do-cajueiro.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Agroindústria Tropical 2021, 1679-6543. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1130075>.

Mota, J.D.S., Barbosa, L.R., Marchioro, C.A. Suitable areas for invasive insect pests in Brazil and the potential impacts for eucalyptus forestry. **Pest Management Science** 78(6): 2596-2606, 2022. DOI: 10.1002/ps.6891.

New, T.R. The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera), with reference to their usage as biocontrol agents: a review. **Ecological Entomology** 127(2): 115-140, 1975. DOI: 10.1111/j.1365-2311.1975.tb00561.x.

Nunes, G.D.S., Nascimento, I.N.D., Souza, G.M.M.D., Oliveira, R.D., Oliveira, F. Q.D., Batista, J.L. Biological aspects and predation behavior of *Ceraeochrysa cubana* against *Spodoptera frugiperda*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 12(1): 20-25, 2017. DOI: 10.5039/agraria.v12i1a5411.

Pappas, M.L., Broufas, G.D., Koveos, D.S. **Chrysopid predators and their role in biological control.** 2011.

Parra, J.R.P. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores.** Editora Manole Ltda. 2002

Parra, J.R.P. Controle biológico na agricultura brasileira. **Entomological Communications** 1: 2675-1305, 2019.

Patt, J.M., Wainright, S.C., Hamilton, G.C., Whittinghill, D., Bosley, K., Dietrick, J., Lashomb, J.H. Assimilation of carbon and nitrogen from pollen and nectar by a predaceous larva and its effects on growth and development. **Ecological Entomology** 28(6): 717-728, 2003. DOI: 10.1111/j.1365-2311.2003.00556.x.

Pereira, J.M., Baldin, E.L.L., Soliman, E.P., Wilcken, C.F. Attractiveness and oviposition preference of *Glycaspis brimblecombei* Moore in *Eucalyptus* spp. **Phytoparasitica** 41: 117-124, 2013. DOI: 10.1007/s12600-012-0268-7.

Palomares-Pérez, M; Molina-Ruelas, TDJ; Bravo-Núñez, M; Arredondo-Bernal, HC. Life table of *Chrysoperla externa* (Neuroptera:Chrysopidae) reared on *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae). **Revista Colombiana de Entomología** 46, 6831, 2020 doi: 10.25100/socolen.v46i1.6831.

Porto, D.P. **Potencial de crisopídeos como predadores do psílídeo-deconcha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) em eucalipto.** Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, janeiro de 2023.

Queiroz, D.L., Majer, J., Burckhardt, D., Zanetti, R., Fernandez, J.I.R., de Queiroz, E. C., Garrastazu, M., Fernandes, B.V., dos Anjos, N. Predicting the geographical distribution of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psylloidea) in Brazil. **Australian Journal of Entomology** 52(1): 20-30, 2013. DOI: 10.1111/aen.12001.

Quevedo-Amador, R.A., Escalera-Velasco, B.P., Arias, A.M.R., Reynel-Ávila, H.E., Moreno-Piraján, J.C., Giraldo, L., Bonilla-Petriciolet, A. Application of waste biomass for the production of biofuels and catalysts: a review. **Clean Technologies Environmental Policy** 26: 943–997, 2024. DOI: 10.1007/s10098-023-02728-4.

Sâmia, R.R., Gontijo, P.C., Oliveira, R.L., Carvalho, G.A. Sublethal and transgenerational effects of thiamethoxam applied to cotton seed on *Chrysoperla externa* and *Harmonia axyridis*. **Pest management science** 75(3): 694-701, 2019. DOI: 10.1002/ps.5166.

Santana, D.D.Q., Junior, A.M., da Silva, H.D., Bellote, A.F.J., Favaro, R.M. **O psílídeo-deconcha (*Glycaspis brimblecombei*) em eucalipto.** Comunicado Técnico 105, Embrapa, 2003.

Santos, Germi Porto et al. Pragas do eucalipto. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte.** 29(242): 43-64, 2008.

Schnell, G., Penteado, S.C., Barbosa, L.R., Reis Filho, W., Iede, E.T. Um artigo de revisão sobre pragas florestais introduzidas no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 51(5): 397-406, 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000500001.

Sharma, A., Raman, A., Taylor, G., Fletcher, M. Nymphal development and lerp construction of *Glycaspis* sp. (Hemiptera: Psylloidea) on *Eucalyptus sideroxylon* (Myrtaceae) in central-west New South Wales, Australia. **Arthropod Structure e Development** 42(6): 551-564, 2013. DOI: 10.1016/j.asd.2013.07.005.

Simetti, R., Bonduelle, G.M., Da Silva, D. A. Wood quality of five *Eucalyptus* species planted in Rio Grande do Sul, Brazil for charcoal production. **Journal of Tropical Forest Science** 30(2): 175-181, 2018.

Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (Agrofit). Disponível em: agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. (acessado em 12 de dezembro de 2024).

Sousa, A.L.V., Souza, B., Bezerra, C.E.S., Amaral, B.B. Facilitated harvesting of eggs from laboratory-reared *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Colombiana de Entomología** 42(2): 133-136, 2016.

Sullivan, D.J., Daane, K.M., Sime, K.R., Andrews Jr, J.W. Protective mechanisms for pupae of *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitoid of the red-gum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psylloidea). **Australian Journal of Entomology** 45(1): 101-105, 2006. DOI: 10.1111/j.1440-6055.2006.00496.x.

Trivellato, G.F., Berti Filho, E., Poletti, M. Aspectos biológicos e suas implicações na produção massal de *Chrysoperla externa* Hagen, 1861 (Neuroptera: chrysopidae). **Rev. Agric.** 87(1), 45-53, 2012.

Venzon, M., Martins, E.F., Martins, J.L.A., Souza, B., Bezerra, C.E.S. Biofábrica de crisopídeos predadores in: Bioinsumos: das biofábricas à produção nas propriedades rurais. Belo Horizonte, MG. EPAMIG. 2023. 69-78.

Vieira, R.D.L., Pessoa, L.G.A., Loureiro, E.D.S., Poersh, N.L. Ocorrência de *Glycaspis brimblecombei* sobre *Eucalyptus* em Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul. **Revista de Agricultura Neotropical** 5(1): 91-93, 2018. DOI: 10.32404/rean.v5i1.1543.

White, T.C.R. The production of amylose in the faeces of psyllid larvae with special reference to the lerps of *Cardiaspina densitexta*. **Journal of Insect Physiology** 18(12): 2359-2367, 1972. DOI: 10.1016/0022-1910(72)90180-1.

Wilcken, C.F. et al. **Psilídeo-de-concha-do-eucalipto, *Glycaspis brimblecombei* Moore**. Vilela Filho, E.; Zucchi, R.A. Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros. Piracicaba: FEALQ, p. 883-897, 2015.

Wilcken, C.F. et al. **Desafios do manejo de lagartas desfolhadoras de eucalipto**. In: Congresso Brasileiro de Entomologia 28: 1172, 2022.

Wilcken, C.F. et al. **Controle biológico do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) em florestas de eucalipto**. En III Congreso Virtual Iberoamericano sobre Gestión de Calidad en Laboratórios. Valladolid Iberolab, Madri, Espanha, 03/04/2005.

Wingfield, M.J. et al. Eucalypt pests and diseases: growing threats to plantation productivity. **Southern Forests: a Journal of Forest Science** 70(2): 139-144, 2008.

Winterton, S.L., Brooks, S.J. Phylogeny of the apochrysine green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Apochrysinae). **Annals of the Entomological Society of America** 95(1): 16-28, 2002. DOI: 10.1603/0013-;gg8746 (2002)095[0016:POTAGL]2.0.CO;2.

Zimmermann, D., Randolph, S., Aspöck, U. From Chewing to Sucking via Phylogeny, From Sucking to Chewing via Ontogeny: Mouthparts of Neuroptera. **Zoological Monographs** 5: 361-385, 2019. DOI: 10.1007/978-3-030-29654-4_11.

Desempenho biológico de *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) criados com *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) em eucalipto

André Pessoa da Costa ¹, Fabricio Fagundes Pereira ¹, Fernando Henrique Moreira dos Santos³, Izabela de Lima Palombo¹, Heloisa Martins de Araujo³, Francisco José Sosa Duque², Alex Polatto Carvalho³, Patrik Luis Pastori³

1 Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados/Itahum, Km 12, Dourados, MS 79804-970, MS, Brasil

2. Universidade Federal Rural a Amazônia, Rua Professora Valderina 425, Bairro D.E.R, Capitão Poço, PA, 68.650-000, Brasil

3 Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados/Itahum, Km 12, Dourados, MS 79804-970, MS, Brasil

Correspondência: fabriciofagundes@ufgd.edu.br

Resumo simples: O psílideo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei* (Moore), é uma praga que causa danos significativos em plantações de eucalipto. Os crisopídeos, notavelmente as espécies *Chrysoperla externa* (Hagen) e *Ceraeochrysa* sp. (Hagen), sobressaem como promotores eficazes no controle biológico de uma variedade de artrópodes-praga. Este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho biológico e a taxa de predação de *G. brimblecombei* por diferentes linhagens e espécies de crisopídeos. O experimento foi conduzido em laboratório, sob condições controladas. As variáveis analisadas incluíram taxa de predação, duração larval, viabilidade larval, duração pupal, viabilidade pupal, viabilidade incubatória, período de incubação, número de ovos, período de oviposição e longevidade. Os resultados demonstraram que larvas de diferentes linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. foram capazes de levantar as conchas e predar eficazmente as ninfas de *G. brimblecombei*, sendo *C. externa* superior.

Resumo: Os crisopídeos, predadores vorazes, são importantes agentes de controle biológico, mas exigem estudos sobre sua biologia e taxa predatória. Avaliamos a capacidade predatória e o desempenho biológico de duas espécies e duas linhagens de crisopídeos, *Chrysoperla externa* (Hagen) e *Ceraeochrysa* sp. (Hagen). O experimento foi conduzido na Fazenda São Guilherme, localizada no município de Ribas do Rio Pardo, e no Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Larvas recém-emergidas de primeiro ínstar de crisopídeos foram individualizadas em placas de Petri e submetidas a sete tratamentos. Foram oferecidas duas presas distintas: *Ephestia kuehniella* (Zeller) como controle e *G. brimblecombei* (Moore), em delineamento inteiramente casualizado, com 50 repetições por tratamento. O experimento foi realizado em ambiente climatizado, temperatura de $23,80 \pm 1,30$ °C, umidade relativa do ar de $67,90 \pm 7,90\%$ e fotoperíodo de 12 horas. Os resultados demonstraram que o desenvolvimento biológico de *C. externa* foi superior ao de *Ceraeochrysa* sp., contudo, não diferiu entre a linhagem comercial e a linhagem fazenda. A taxa predatória de *C. externa* linhagem comercial não diferiu da linhagem fazenda. No entanto, a taxa predatória das linhagens *C. externa* foi superior à das linhagens de *Ceraeochrysa* sp.

Keywords: Controle biológico; crisopídeos; psílideo-de-concha; predador natural; capacidade predatória.

Citation: To be added by editorial staff during production.

Academic Editor: Firstname Lastname

Received: date

Revised: date

Accepted: date

Published: date



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introdução

O Brasil possui 9,94 milhões de hectares de árvores plantadas para fins industriais, o que gera uma receita bruta de R\$ 260 bilhões, R\$ 14,29 bilhões em exportações e 2,6 milhões de postos de trabalho diretos e indiretos [1]. Por serem cultivadas em áreas de grandes extensões, as plantações de eucalipto sofrem com a ocorrência de artrópodes considerados pragas, tanto nativas quanto exóticas. O psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (Hemiptera: Aphalaridae) é considerado uma praga exótica que afeta as plantações de eucalipto [2, 3, 4].

O psilídeo-de-concha foi relatado no Brasil pela primeira vez em 2003 e tornou-se uma praga de importância econômica. Alimenta-se de seiva das folhas de brotações novas, causa desfolha, inibe o crescimento das árvores e reduz a produtividade, o que pode levar até à morte das árvores de eucalipto [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. O crescimento constante das áreas plantadas para atender à demanda mundial exige estratégias eficazes de manejo para o controle de pragas. Atualmente, existem 15 pesticidas registrados para o controle de *G. brimblecombei*, com destaque para os ingredientes ativos acetamiprido, bifentrina, alfa-cipermetrina, etofenproxi e lambda-cialotrina [13].

Chrysoperla externa (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) é relatado como um predador natural eficaz no manejo de *G. brimblecombei*. Embora as conchas das ninfas de *G. brimblecombei* apresentem resistência à predação, os crisopídeos possuem habilidades que lhes permitem perfurar ou elevar essa barreira protetora [6, 9].

Estudos realizados com *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), corroboram a eficácia desses organismos macrobióticos como agentes de controle em uma variedade de culturas agrícolas [14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27]. Esses insetos apresentam preferência por folhas novas que sofreram herbivoria [28]. A produção em grande escala de crisopídeos para fins comerciais já é uma realidade [27].

Pesquisas recentes têm investigado de forma aprofundada o desempenho biológico e a habilidade predatória de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. e as considera como agentes eficazes no controle biológico de artrópodes-praga. O objetivo dessas investigações foi promover a diminuição no uso de pesticidas químicos, oferecendo alternativas sustentáveis para o manejo de pragas. [26, 29]. Pesquisas também têm avançado no entendimento das características biológicas e morfológicas desses crisopídeos [14, 15, 16, 17, 19]. Evidências sugerem que *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. se adaptam às condições geográficas locais, como altitude, temperatura, umidade, habitat e disponibilidade de alimento, fatores que impactam diretamente em suas características biológicas e comportamentais, e alteram o seu desempenho [20, 23, 30].

Para que se possa entender o desempenho de predação do *C. externa* e *Ceraeochrysa*, é importante ter o conhecimento de seus hábitos predatórios e os tipos de presas, para reforçar sua utilização como agentes no controle biológico [31, 32]. Os estudos recentes sobre predação de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. vêm preencher lacunas existentes na utilização destes insetos como agentes no controle biológico de pragas. As dietas empregadas para a criação em laboratório e a produção em larga escala de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. fundamentam-se na utilização dos ovos de *Ephesia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) [33] que apresenta resultados e são utilizados como parâmetros nos estudos de predação, por isso, utilizamos ovos de *E. kuehniella* como presa em nosso estudo. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho biológico e a capacidade de predação de duas linhagens de *C. externa* e de *Ceraeochrysa* sp. alimentadas com ovos de *E. kuehniella* e ninfas de *G. brimblecombei* em folhas de eucalipto, em condições de laboratório.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda São Guilherme (20°35'32.2"S, 53°30'01.3"W), município de Ribas do Rio Pardo, pertencente à empresa Brasilwood Reflorestamento LTDA, e nas dependências do Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL) (22°11'56.6"S, 54°56'01.3"W), vinculado à Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

2.1 Obtenção e criação de insetos

2.1.1 *Glycaspis brimblecombei*

Espécimes de *G. brimblecombei* utilizados neste experimento como presas nos testes de predação foram coletados diariamente na Fazenda São Guilherme, em Ribas do Rio Pardo, pertencente à empresa Brasilwood Reflorestamento LTDA.

2.1.2 *Ephestia kuehniella*

Os ovos de *E. kuehniella* empregados como testemunha foram provenientes do LECOBIOIOL, onde os adultos são obtidos de larvas criadas em ambiente controlado, sendo alimentadas com uma mistura de farelo de trigo integral, que representa 97% da sua dieta, complementada por 3% de levedura de cerveja. Foram utilizadas caixas plásticas (30 x 25 x 10 cm), que continham a dieta previamente homogeneizada. Foram distribuídos aleatoriamente sobre a dieta 0,150 g de ovos de *E. kuehniella*. Após a emergência, coletam-se os adultos de *E. kuehniella* a cada 2 dias, durante cinco dias, com um succionador, adaptado a um aspirador de pó, e transferidos para tubos de PVC de 200 mm de diâmetro e 25 cm de altura. As aberturas dos tubos de PVC foram fechadas com tela tipo filó para evitar a fuga das mariposas e como suporte para oviposição. Essa criação foi mantida em sala climatizada com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

2.1.3 Crisopídeos

Chrysoperla externa utilizados no experimento: i) adquiridos da empresa Vittia Defesa e Nutrição (Criso-Vit®) e ii) adultos coletados em campo, nas fazendas Gramadão ($20^\circ06'59.67''\text{S}$, $51^\circ50'14.1''\text{W}$) e São José de Santana ($20^\circ03'08.3''\text{S}$, $51^\circ50'43.4''\text{W}$) em Três Lagoas.

Espécimes de *Ceraeochrysa* sp. foram coletados na fazenda São Guilherme, localizada em Ribas do Rio Pardo/MS ($20^\circ35'32.2''\text{S}$, $53^\circ30'01.3''\text{W}$) e no campus da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) ($22^\circ11'56.6''\text{S}$, $54^\circ56'01.3''\text{W}$). Todo o experimento foi mantido em sala climatizada a $23,80 \pm 1,30^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar de $67,90 \pm 7,90\%$ e fotofase de 12 h.

Para a criação dos crisopídeos, adaptou-se a metodologia proposta por Carvalho [34], onde ovos e larvas de crisopídeos foram coletados manualmente e os adultos foram coletados com o auxílio de uma rede entomológica confeccionada com tecido voil, com 30 cm de diâmetro por 60 cm de comprimento. Os adultos foram colocados em tubos de PVC com 15 cm de diâmetro e 21 cm de altura, denominados gaiolas, forrados internamente com papel A4. A extremidade superior da gaiola foi fechada com tecido tipo "tule" e posicionada sobre uma bandeja redonda forrada com papel toalha. A alimentação dos adultos foi à base de mel e levedura de cerveja na proporção de 1:1, colocada em uma fita de papel A4 de 3x10 cm, fixada na parte superior interna da gaiola, e sobre a bandeja foi colocado um recipiente com algodão umedecido para manter a umidade e fornecer água aos insetos. Os ovos e larvas foram individualizados em potes plásticos de 40 ml. As larvas foram alimentadas com ovos de *E. kuehniella*, provenientes da criação do LECOBIOIOL. As pupas foram retiradas dos potes plásticos e colocadas em uma caixa organizadora de 50 litros, denominada "pupário", coberta na parte superior com tecido tipo "tule". Em seu interior, foi colocado um recipiente com algodão umedecido com água para manter a umidade e uma fita de papel A4 de 3x10 cm, fixada na lateral interna com alimento para os adultos. Os adultos emergidos no pupário foram recolhidos com o auxílio de um aspirador adaptado de 180 W e colocados em gaiolas.

2.2 Desenvolvimento experimental

Bioensaios foram realizados com as diferentes linhagens de crisopídeos para determinar a quantidade de ninfas de *G. brimblecombei* predadas diariamente. Para isso, 10 larvas de cada linhagem e instar de crisopídeos foram alimentadas com ninfas de *G. brimblecombei*. As larvas de crisopídeos de primeiro instar receberam 30 ninfas de primeiro e segundo instar, enquanto as de segundo e terceiro instar receberam 60 ninfas do terceiro ao quinto instar de *G. brimblecombei*. Diariamente, folhas de eucalipto com ninfas de *G. brimblecombei* foram coletadas e disponibilizadas em placas de Petri para as larvas.

Para a condução do experimento, larvas recém-emergidas de primeiro instar foram individualizadas em placas de Petri (5 cm de diâmetro, 1 cm de altura) e agrupadas em sete tratamentos, sendo alimentadas com dois tipos de presa (*E. kuehniella* como controle e *G. brimblecombei*), em um delineamento inteiramente casualizado com 50 repetições para cada tratamento. TRE1: *C. externa* LC x *G. brimblecombei* (*C. externa* linhagem comercial, proveniente da empresa Vittia); TRE2: *C. externa* LF x *G. brimblecombei* (*C. externa* linhagem proveniente de fazenda de eucalipto); TRE3: *C. externa* LF x *E. kuehniella* (*C. externa* linhagem proveniente de fazenda de eucalipto); TRE4: *Ceraeochrysa* sp. BW x *G. brimblecombei* (*Ceraeochrysa* sp. linhagem proveniente de

fazenda de eucalipto); TRE5: *Ceraeochrysa* sp. BW x *E. kuehniella* (*Ceraeochrysa* sp. linhagem proveniente de fazenda de eucalipto); TRE6: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *G. brimblecombei* (*Ceraeochrysa* sp. linhagem proveniente das proximidades da UFGD); TRE7: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *E. kuehniella* (*Ceraeochrysa* sp. linhagem proveniente das proximidades da UFGD).

Para avaliar os estágios imaturos, foram utilizadas 50 larvas de crisopídeos de cada tratamento com até 24 horas de idade, agrupadas em 7 tratamentos e alimentadas com dois tipos de presa, incluindo *E. kuehniella* como controle e *G. brimblecombei*, com 50 repetições para cada tratamento. As larvas de crisopídeos de primeiro ínstar receberam 30 ninfas de primeiro e segundo ínstar de *G. brimblecombei*, enquanto as larvas de crisopídeos de segundo e terceiro ínstar receberam 60 ninfas do terceiro ao quinto ínstar de *G. brimblecombei*, conforme teste de predação realizado anteriormente. Diariamente, folhas de eucalipto contendo ninfas de *G. brimblecombei* foram coletadas em campo e colocadas sobre papel toalha umedecido que cobria a base da placa de Petri.

Após 24 horas de consumo, as folhas de eucalipto foram substituídas. Com o auxílio de uma lupa estereoscópica, foi contabilizada a quantidade de ninfas de *G. brimblecombei* predadas pelas larvas de crisopídeos durante o período larval de cada linhagem. Capacidade predatória (número total de ninfas predadas de *G. brimblecombei* durante o período larval). Duração larval (número total, em dias, compreendida entre o primeiro e o último dia da fase larval). Viabilidade larval (%) [(número total de larvas - número de larvas que não empuparam)/(número total de larvas) × 100]. Duração pupal (número total, em dias, compreendida entre o primeiro e o último dia da fase pupal). Viabilidade pupal (%) [(número total de pupas - número total de pupas sem emergência dos adultos)/(número total de pupas) × 100]. Para a avaliação do estágio adulto, cinco casais de cada linhagem de crisopídeos foram formados, utilizando os crisopídeos emergidos da fase anterior. Esses casais foram acondicionados em gaiolas. A alimentação dos adultos foi à base de mel e levedura de cerveja na proporção de 1:1, colocada em uma fita de papel A4 de 3x10 cm, fixada na parte superior interna da gaiola. Sobre a bandeja, foi colocado um recipiente com algodão umedecido com água para manter a umidade e o fornecimento de água aos insetos. Para a realização do cálculo da viabilidade embrionária, foram coletados 100 ovos aleatoriamente de cada casal. Com o auxílio de uma tesoura, os pedúnculos dos ovos foram cortados. Os ovos foram individualizados em microtubos tipo Eppendorf de 2,0 ml. Viabilidade embrionária (%) [(número total de ovos selecionados - número total de ovos não emergidos)/(número total de ovos selecionados) × 100]. Período embrionário (número total de dias do período de incubação), foram coletados 100 ovos aleatoriamente de cada casal com até 24 horas de idade. Com o auxílio de uma tesoura, os pedúnculos dos ovos foram cortados, e os ovos foram individualizados em microtubos tipo Eppendorf de 2,0 ml. Número de ovos (total de ovos ovipositados por fêmea de cada linhagem durante o período de oviposição). Período de oviposição (número de dias do período de oviposição das fêmeas de cada linhagem). Longevidade (número total de dias de vida dos machos e fêmeas de cada linhagem).

2.3 Análise estatística

As análises dos dados foram realizadas no ambiente R (versão 4.4.0) para Windows. A normalidade das variáveis contínuas foi avaliada usando o teste de Shapiro-Wilk e visualizada com gráficos e histogramas Quantile-Quantile (QQ). Gráficos e histogramas QQ foram usados como ferramentas complementares para inspecionar desvios da normalidade, fornecendo avaliações numéricas e gráficas. A homogeneidade das variâncias foi avaliada usando o teste de Levene. Variáveis contínuas com distribuição normal e variâncias homogêneas foram analisadas usando ANOVA unidirecional seguida pelo teste post-hoc de Tukey para comparações de múltiplos grupos. Para variáveis contínuas com distribuição normal, mas variâncias desiguais, foi aplicada a ANOVA de Welch com testes post-hoc de Games-Howell. Dados não distribuídos normalmente foram analisados usando o teste de Kruskal-Wallis com testes post-hoc de Dunn para múltiplos grupos. Estatísticas descritivas foram relatadas como média ± desvio padrão (DP) para dados distribuídos normalmente, e como medianas com intervalos interquartis (IQR) para dados distribuídos não normalmente. A análise de correlação foi realizada utilizando o coeficiente de correlação de Spearman para avaliar as relações entre as variáveis. Os coeficientes de correlação (rho) foram visualizados como um mapa de calor usando o pacote corrplot em R. A significância estatística para todas as análises foi definida em um valor $p < 0,05$.

3. Resultados

As taxas de predação variaram significativamente entre os tratamentos ($p < 0,0001$). Testes post-hoc (**Figura 1**) mostraram que TRE1 e TRE2 tiveram as maiores taxas de predação: 189,04 e 181,17 ninfas de *G. brimblecombei*, respectivamente, e foram significativamente maiores do que TRE4 ($p < 0,0001$) e TRE6 ($p < 0,0001$), 115,8 e 128,3 ninfas de *G. brimblecombei*, respectivamente. No entanto, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre TRE4 e TRE6 ou entre TRE1 e TRE2. TR1 teve uma predação média diária de 14,02 ninfas de *G. brimblecombei*. A predação no primeiro instar de TR1 foi de sete ninfas, no segundo instar 16 ninfas e o terceiro com 19 ninfas de *G. brimblecombei* predadas. TRE2 teve uma taxa de predação diária de 14 ninfas de *G. brimblecombei*, sendo que a de predação no primeiro instar foi de oito ninfas, no segundo instar 12 ninfas e no terceiro, 19 ninfas de *G. brimblecombei* predadas, que foram significativamente maiores do que TRE4. TRE4 teve uma predação diária de sete ninfas, a média de predação no primeiro instar foi de quatro ninfas, segundo instar oito ninfas e o terceiro com predações de 11 ninfas de *G. brimblecombei*. TRE6 teve uma predação diária de nove ninfas de *G. brimblecombei*, sendo que a de predação no primeiro instar foi de oito ninfas, segundo instar 10 ninfas e o terceiro com 10 ninfas de *G. brimblecombei*.

A maior e a menor duração larval foi observada nos tratamentos TRE4 (16 dias) e TRE3 (11,8 dias) ($p < 0,0001$) (**Tabela 1**). Testes post-hoc (**Anexo 7**) mostraram que a duração larval de TRE1 difere significativamente em relação a TRE2 ($p = 0,03$), TRE3 ($p < 0,0001$), TRE4 ($p = 0,7$), mas não houve diferença em TRE5 ($p = 0,1$), TRE6 ($p = 1$) e TRE7 ($p = 1$). TRE2 diferiu significativamente em relação a TRE3 ($p = 0,7$) e TRE4 ($p < 0,0001$), mas não diferiu de TRE5 ($p = 1$), TRE6 ($p = 0,2$) e TRE7 ($p = 0,2$). TRE3 difere em relação a TRE4 ($p < 0,0001$), TRE5 ($p = 0,4$), TRE6 ($p = 0,002$) e TRE7 ($p = 0,001$). TRE4 tem diferenças significativas em relação a TRE5 ($p = 0,0006$), mas não foram observadas diferenças significativas em relação a TRE6 ($p = 0,2$) e TRE7 ($p = 0,3$). TRE5 não apresenta diferenças significativas em relação a TRE6 ($p = 0,4$) e TRE7 ($p = 0,4$). TRE 6 não difere significativamente em relação a TRE7 ($p = 1$).

A menor duração de pupa foi no tratamento TRE3, com 12,87 dias e a mais longa foi no tratamento TRE7 com 16,12 dias (**Tabela 1**). Diferenças significativas na duração da pupa também foram detectadas. Testes post-hoc (**Anexo 8**) mostraram que a duração larval de TRE1 é significativamente diferente de TRE7 ($p = 0,0006$), TRE2 apresenta diferenças significativas em relação a TRE3 ($p = 0,003$), TRE3 exibe significância em relação a TRE4 ($p = 0,02$), TRE5 ($p = 0,16$) e TRE6 ($p < 0,0001$), TRE4 apresenta diferença significativa apenas com TRE6 ($p = 0,03$), TRE5 apresenta diferença significativa apenas com TRE6 ($p = 0,03$); TRE6 não apresentou diferenças significativas em relação aos outros tratamentos com $p > 0,05$, exceto quando comparado a TRE4 ($p = 0,03$).

A viabilidade larval ($p = 0,202$), a viabilidade pupal ($p = 0,488$) e a viabilidade do ovo ($p = 0,155$) foram semelhantes entre os tratamentos (**Tabela 1**) (**Tabela 2**).

Ocorreu um efeito significativo no número total de ovos entre os tratamentos ($p < 0,0001$) (**Tabela 2**). Os *C. externa* tiveram os maiores números totais de ovos em comparação com os *Ceraeochrysa* sp., TRE2 teve a maior média (840 ovos) e o maior intervalo, chegando a 1102 ovos, TRE3 teve uma média alta (778) e com uma oviposição máxima de 849 ovos, TRE1 teve uma média mais baixa em número de ovos, contudo, superior aos dos *Ceraeochrysa* sp. (**Tabela 2**). Comparações post-hoc revelaram que TRE2 e TRE3 tiveram as maiores contagens medianas de ovos, significativamente maiores do que as de TRE4 e TRE6 ($p < 0,05$). Em contraste, TRE6 e TRE4 tiveram a menor produção mediana de ovos, sem diferenças significativas entre eles ($p > 0,05$). Outros tratamentos, como TRE1 e TRE5, apresentaram valores intermediários e não diferiram significativamente de TRE2 ou TRE3 ($p > 0,05$) (**Figura 3A**).

O período de incubação permaneceu consistente entre os tratamentos, com vários grupos (TRE2, TRE4, TRE5, TRE6 e TRE7) não apresentando variabilidade (**Tabela 2**).

Notavelmente, uma correlação positiva moderada foi observada entre o período de incubação e a duração da pupa ($Rho = 0,42$, valor de $p < 0,05$), assim como entre o período de incubação e a duração larval ($Rho = 0,27$, valor de $p < 0,05$). Além disso, uma correlação positiva fraca foi detectada entre a duração larval e a duração pupal ($Rho = 0,26$, valor de $p < 0,05$). Por outro lado, correlações negativas fracas foram observadas entre as taxas de predação e a duração pupal ($Rho = -0,35$, valor de $p < 0,05$), taxas de predação e duração larval ($Rho = -0,29$, valor de $p < 0,05$) e a viabilidade pupal e duração pupal ($Rho = -0,27$, valor de $p < 0,05$). Outras correlações foram insignificantes ou não estatisticamente significativas (**Figura 2**).

O período de oviposição (**Figura 3B**) também variou significativamente entre os tratamentos ($p < 0,0001$). TRE3 teve o maior período de oviposição (90,8 dias) (**Tabela 2**), que foi

significativamente maior do que aqueles de TRE1 ($p = 0,009$), TRE4 ($p = 0,0004$), TRE5 ($p = 0,004$), TRE6 ($p = 0,01$) e TRE7 ($p = 0,009$). Por outro lado, TRE4 teve o menor período de oviposição (36 dias), que foi menor do que o TRE2 (**Tabela 2**). Os tratamentos intermediários (TRE1, TRE5, TRE6 e TRE7) não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$) (**Figura 3B**).

A longevidade de adultos fêmeas não diferiu significativamente entre os tratamentos ($p = 0,07$), embora TRE3 tenha exibido valores numericamente mais altos (99,8 dias) em comparação com outros tratamentos (**Tabela 2**). Em relação à longevidade de adultos machos, diferenças significativas entre os tratamentos foram detectadas ($p = 0,026$) (**Tabela 2**) (**Figura 3C**). TRE3 teve a maior expectativa de vida (100,2 dias), TRE4 teve a menor expectativa de vida (61 dias), TRE1 também apresentou longevidade elevada, contudo, menor do que TRE3 ($p < 0,05$) (**Tabela 2**) (**Figura 3C**). Nenhuma outra comparação pareada para longevidade masculina atingiu significância estatística.

Além disso, foram observadas fortes correlações positivas entre certos parâmetros (**Figura 4**). Especificamente, o número de ovos mostrou uma correlação positiva significativa com o período de oviposição ($Rho = 0,70$, $p < 0,05$). Da mesma forma, o período de oviposição foi positivamente correlacionado com a longevidade feminina ($Rho = 0,69$, $p < 0,05$). Em contraste, uma correlação positiva fraca foi detectada entre a longevidade feminina e a masculina ($Rho = 0,36$, $p < 0,05$). Nenhuma correlação significativa foi encontrada entre os parâmetros restantes.

Tabela 1. Duração do desenvolvimento imaturo de *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa* sp. criados com ninfas de *Glycaspis brimblecombei* e ovos de *Ephestia kuehniella*, a temperatura de $23,80 \pm 1,30$ °C, umidade relativa do ar de $67,90 \pm 7,90\%$ e fotofase de 12 h.

	TRE1	TRE2	TRE3 Testemunha	TRE4	TRE5 Testemunha	TRE6	TRE7 Testemunha	Valor P
Duração larval (dias)	15,65 (15,05-15,8)	13,9 (12,25-14,15)	11,8 (11-12,45)	16 (16-16,64)	14,29 (14,2-14,5)	15,12 (15-15,85)	15 (15-15,425)	<0,0001
Viabilidade larval (%)	80 (60-100)	80 (65-100)	100 (85-100)	70 (60-80)	90 (80-100)	80 (60-95)	80 (80-95)	0,202
Duração da Pupa (dias)	14,16 (13,7-14,58)	14,83 (14,27- 15,37)	12,87 (12,52- 13,24)	14,58 (13,85- 15,24)	14,25 (14,05- 14h5)	15,08 (14,69- 15,62)	16,12 (15,81- 16,36)	<0,0001
Viabilidade Pupal (%)	80 (60-100)	100 (85-100)	100 (80-100)	100 (81,25- 100)	100 (85-100)	100 (85-100)	100 (85-100)	0,488

TRE1: *Chrysoperla externa* LC x *Glycaspis brimblecombei*; TRE2: *Chrysoperla externa* LF x *Glycaspis brimblecombei*; TRE3: *Chrysoperla externa* LF x *Ephestia kuehniella*; TRE4: *Ceraeochrysa* sp. BW x *Glycaspis brimblecombei*; TRE5: *Ceraeochrysa* sp. BW x *Ephestia kuehniella*; TRE6: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *Glycaspis brimblecombei*; TRE7: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *Ephestia kuehniella*. A significância estatística foi definida em um valor de $p < 0,05$. LC: Linhagem Comercial; LF: Linhagem Fazenda.

Tabela 2. Características biológicas de *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa* sp. criados com ninfas de *Glycaspis brimblecombei* e ovos de *Ephestia kuehniella*, a temperatura de $23,80 \pm 1,30$ °C, umidade relativa do ar de $67,90 \pm 7,90\%$ e fotofase de 12 h.

	TRE1	TRE2	TRE3	TRE4	TRE5	TRE6	TRE7	Valor P
Número de ovos	572 (219-627)	840 (620-1102)	778 (620-849)	126 (117-142)	289 (226-306)	116 (84-119)	174 (132-196)	<0,0001
Período de incubação (dias)	5 (4,65-5)	5 (5-5)	4 (4-5)	5 (5-5)	5 (5-5)	5 (5-5)	5 (5-5)	N / D
Viabilidade do ovo (%)	90 (80-90)	95 (90-100)	90 (90-97,5)	90 (90-90)	90 (82,5-90)	85 (80-90)	90 (90-97,5)	0,155
Oviposição período (dias)	48,8 (12,64)	74 (23,03)	90,8 (9,52)	36 (14,54)	44,8 (11,54)	50,4 (18,88)	48,8 (23,77)	<0,0001
Longevidade fêmeas	55 (12,98)	77,8 (19,82)	99,8 (26,54)	57,6 (8,73)	85,4 (31,2)	96,4 (41,54)	82,4 (26,14)	0,07
Longevidade machos	72,4 (27,13)	71 (12,27)	100,2 (29,89)	61 (7,81)	88,8 (12,4)	88 (7,94)	74 (11,68)	0,026

TRE1: *Chrysoperla externa* LC x *Glycaspis brimblecombei*; TRE2: *Chrysoperla externa* LF x *Glycaspis brimblecombei*; TRE3: *Chrysoperla externa* LF x *Ephestia kuehniella*; TRE4: *Ceraeochrysa* sp. BW x *Glycaspis brimblecombei*; TRE5: *Ceraeochrysa* sp. BW x *Ephestia kuehniella*; TRE6: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *Glycaspis brimblecombei*; TRE7: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *Ephestia kuehniella*. A significância estatística foi definida em um valor de $p < 0,05$. LC: Linhagem Comercial; LF: Linhagem Fazenda.

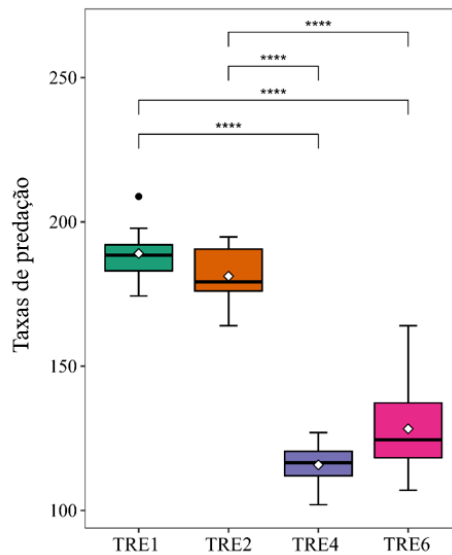


Figura 1. Taxas de predação em quatro tratamentos diferentes (TRE1, TRE2, TRE4, TRE6). Os triângulos brancos representam os valores médios, enquanto os boxplots mostram a mediana, o intervalo interquartil e os outliers. As diferenças estatísticas foram determinadas usando ANOVA unidirecional seguido pelo teste post-hoc de Tukey. **** indica diferenças significativas com um valor de $p < 0,0001$. Abreviação: TRE1: *Chrysoperla externa* LC x *Glycaspis brimblecombei*; TRE2: *Chrysoperla externa* LF x *Glycaspis brimblecombei*; TRE4: *Ceraeochrysa* sp. BW x *Glycaspis brimblecombei*; TRE6: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *Glycaspis brimblecombei*. LC: Linhagem comercial; LF: linhagem Fazenda.

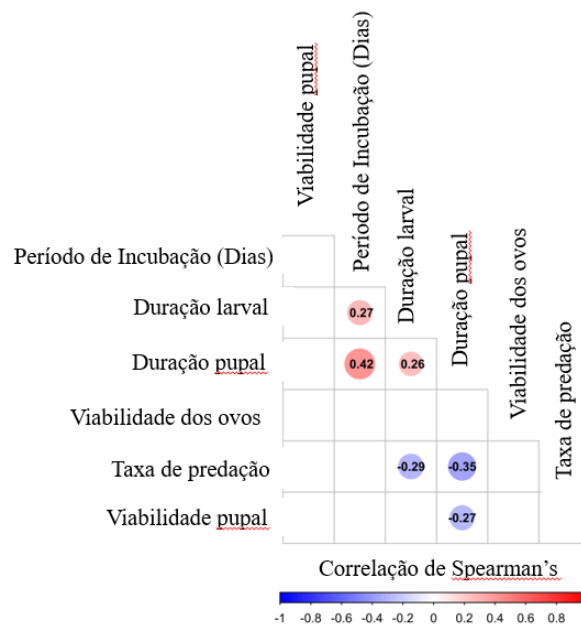


Figura 2. Matriz de correlação de Spearman entre parâmetros de desenvolvimento e viabilidade. A matriz mostra os coeficientes de correlação de Spearman entre o período de incubação (dias), duração larval, duração pupal, viabilidade do ovo e viabilidade pupal. O tamanho e a intensidade dos círculos representam a força das correlações. Correlações positivas são representadas em vermelho, enquanto correlações negativas são mostradas em azul.

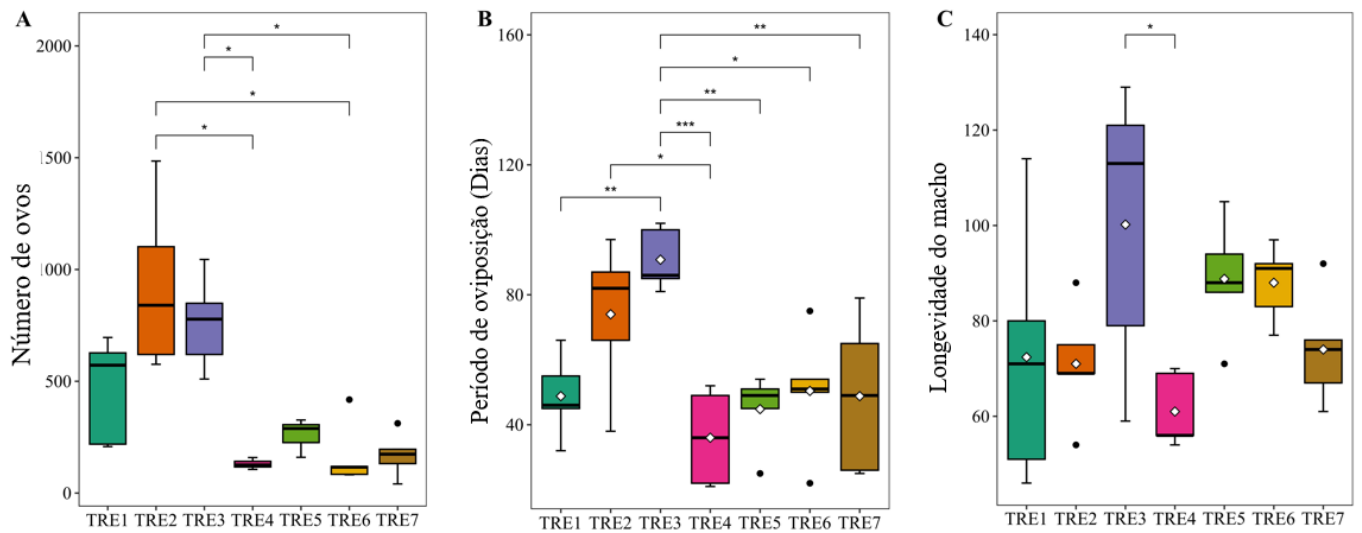


Figura 3. Parâmetros biológicos de *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa* sp. sob sete tratamentos diferentes. **(A)** Número total de ovos postos por fêmea, **(B)** Período de oviposição (dias) e **(C)** Longevidade do macho. Os boxplots exibem a mediana (linha horizontal), intervalo interquartil (caixa) e outliers (pontos pretos), enquanto os losangos brancos representam os valores médios. As diferenças estatísticas entre os tratamentos foram determinadas por meio de ANOVA unidirecional seguida pelo teste post-hoc de Tukey ou pelo teste de Kruskal-Wallis com testes post-hoc de Dunn; os asteriscos indicam níveis de significância (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, **** $p < 0,0001$). Abreviação: TRE1: *Chrysoperla externa* LC $\times$ *Glicaspis brimblecombei*; TRE2: *Chrysoperla externa* LF $\times$ *Glicaspis brimblecombei*; TRE3: *Chrysoperla externa* LF $\times$ *Ephestia kuehniella*; TRE4: *Ceraeochrysa* sp. BW $\times$ *Glicaspis brimblecombei*; TRE5: *Ceraeochrysa* sp. BW $\times$ *Ephestia kuehniella*; TRE6: *Ceraeochrysa* sp. UFGD $\times$ *Glicaspis brimblecombei* e TRE7: *Ceraeochrysa* sp. UFGD $\times$ *Ephestia kuehniella*. LC: Linhagem Comercial; LF: Linhagem Fazenda

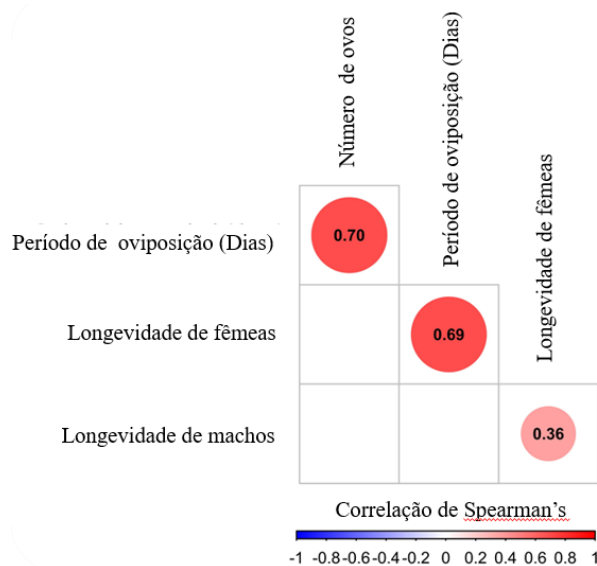


Figura 4. Matriz de correlação de Spearman entre parâmetros biológicos. A figura mostra os coeficientes de correlação de Spearman entre parâmetros biológicos, incluindo o número de ovos, período de oviposição (dias), longevidade feminina e longevidade masculina. O tamanho e a intensidade dos círculos representam a força das correlações. Correlações positivas são representadas em vermelho.



Figura5. A e B (*Chrysoperla externa*) e C e D (*Ceraeochrysa* sp.) predando ninfas de *Glicaspis brimblecombei*.

4. Discussão

A predação de ninfas de *G. brimblecombei* foi crescente ao longo do desenvolvimento das larvas de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. A quantidade de ninfas predadas evidencia a voracidade de ambas as espécies no consumo de ninfas de *G. brimblecombei*. A taxa de predação de *G. brimblecombei* por *C. externa* (TR1-189,04 e TR2-181,17 ninfas predadas) foi superior à taxa de predação de *Ceraeochrysa* sp. (TR4-115,8 e TR6-128,3 ninfas predadas). Comprovou-se ainda que larvas de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. conseguem levantar ou perfurar a concha para predação de *G. brimblecombei*. Não houve diferença significativa na taxa de predação de ninfas de *G. brimblecombei* entre as larvas de diferentes linhagens de TR1 e TR2 (*C. externa*) e TRE4 e TRE6 (*Ceraeochrysa* sp.).

Contudo, os resultados demonstraram a eficácia superior das larvas de *C. externa* em relação às de *Ceraeochrysa* sp. durante todo o período de predação de ninfas de *G. brimblecombei*, assim como os resultados obtidos em estudos nos períodos de 24 horas [26, 29].

A taxa de predação observada para *Ceraeochrysa* sp. foi inferior à registrada para *C. externa*, possivelmente em razão da maior voracidade atribuída ao gênero *Chrysoperla* em comparação ao gênero *Ceraeochrysa*, além das dificuldades mecânicas enfrentadas por *Ceraeochrysa* sp. ao tentar levantar ou perfurar a concha protetora das ninfas de *G. brimblecombei* [16, 26]. Outro aspecto relevante a ser considerado é o comportamento adaptativo de *Ceraeochrysa* sp., que consiste na coleta de detritos ou restos de presas sobre o dorso, funcionando como uma estratégia de camuflagem, desta forma, contribuindo para a redução da predação por outros artrópodes. Apesar dessas limitações, *Ceraeochrysa* sp. tem demonstrado eficiência predatória em diversos contextos: foi capaz de predação 13,3% de larvas e 96,7% de pupas de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae); 2.254,3 ninfas de *Aleurocanthus woglumi* (Ashby, 1915) (Hemiptera: Aleyrodidae); 146,58 ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789) (Lepidoptera: Gelechiidae); e 126,7 ninfas de *Hyadaphis foeniculi* (Passerini, 1860) (Hemiptera: Aphididae) [15, 17, 22]. É plausível que o elevado gasto energético exigido para manipular ou perfurar as conchas das ninfas de *G. brimblecombei* possa interferir negativamente tanto na taxa de predação quanto no desenvolvimento fisiológico de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. [14, 19, 20, 25, 27].

Larvas de diferentes linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. demonstraram significativa e notável capacidade de predação sobre as ninfas de *G. brimblecombei*, que afeta negativamente a cultura de eucalipto. Embora a taxa de predação observada para *Ceraeochrysa* sp. tenha sido inferior à de *C. externa*, é importante notar que essa espécie, *Ceraeochrysa* sp., foi capaz de capturar e remover com eficiência as conchas protetoras das ninfas de *G. brimblecombei*. Isso evidencia seu potencial como um agente eficaz de controle biológico e como uma alternativa válida no controle da praga. Esses resultados indicam de forma clara que ambas as espécies de larvas, *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp., possuem uma considerável aptidão para atuar na regulação populacional de *G. brimblecombei*, que é uma praga ainda pouco estudada no contexto das culturas do eucalipto. A utilização de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. pode, portanto, representar uma alternativa eficaz, promissora e viável para o manejo biológico desse tipo de praga em plantios comerciais, ajudando a minimizar os impactos negativos que podem causar nas plantações. A implementação rigorosa desse controle biológico pode resultar em uma produção de eucalipto mais sustentável e saudável, beneficiando e garantindo colheitas mais produtivas e ao mesmo tempo preservam o meio ambiente.

É relevante destacar a existência de uma correlação negativa fraca entre a taxa de predação e tanto a duração da fase pupal quanto a viabilidade larval. Esse padrão sugere que, à medida que a taxa de predação aumenta, observa-se uma tendência de redução na duração da fase pupal e na viabilidade larval. Tal relação pode ter implicações importantes para a dinâmica populacional das espécies estudadas, uma vez que uma menor viabilidade larval pode resultar em redução na emergência de adultos, comprometendo a persistência da população ao longo do tempo. Por outro lado, a diminuição na duração da fase pupal pode representar uma estratégia adaptativa evolutiva, permitindo maior sobrevivência em ambientes com alta pressão de predação. Essa resposta adaptativa pode ser modulada por fatores ambientais, como temperatura, umidade relativa e o tipo de presa consumida durante o estágio larval, os quais exercem influência direta sobre o desenvolvimento e a sobrevivência de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. [24, 26, 27, 35, 36, 37, 38].

A duração larval variou significativamente: TR3, que predou *E. kuehniella*, apresentou o menor período larval (11,8 dias), enquanto TRE4, que predou *G. brimblecombei*, apresentou o maior período larval (16 dias). Presumidamente, a variação da duração larval indica que o consumo de

diferentes presas, como *G. brimblecombei* e *E. kuehniella*, pode alterar o desenvolvimento larval, interferindo na duração do período larval das diferentes linhagens de *C. externa* ou de *Ceraeochrysa* sp. Alguns autores sugerem que essa diferença ocorre possivelmente devido ao valor nutricional absorvido a partir do consumo de ninfas de *G. brimblecombei* e ovos de *E. Kuehniella* e das características biológicas das diferentes linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. [15, 26, 24, 25, 27, 29, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47]. Além disso, nossos resultados demonstraram uma correlação positiva entre o período de incubação dos ovos das diferentes linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. e os respectivos períodos larvais. Fatores como temperatura e umidade são capazes de interferir no período de incubação. Temperaturas acima de 25°C aceleram o desenvolvimento embrionário. Por outro lado, temperaturas abaixo de 25°C retardam esse processo. Baixas umidades podem causar o ressecamento dos ovos, enquanto umidades elevadas podem favorecer o surgimento de fungos.

É possível que um desenvolvimento embrionário mais prolongado proporcione ao embrião uma absorção mais eficiente de nutrientes, o que pode influenciar positivamente o desempenho durante as fases subsequentes do ciclo de vida. Nesse sentido, a duração do período de incubação aparenta exercer um impacto direto e benéfico sobre o desenvolvimento pós-embrionário das linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. Os resultados obtidos indicam que o consumo de *G. brimblecombei* está associado ao prolongamento do período larval dessas espécies. Tal prolongamento implica uma permanência mais extensa dos indivíduos na fase ativa de predação, o que potencialmente aumenta a pressão sobre a população da presa, favorecendo o controle biológico em campo. Portanto, a duração do desenvolvimento larval, influenciada pela dieta, pode ser considerada uma variável estratégica para o aprimoramento de programas de manejo integrado de pragas.

Na avaliação da viabilidade larval, o valor de $p = 0,202$ indica que não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos testados. Embora tenham sido observadas variações consideráveis, como a viabilidade de 100% no tratamento TRE3 (*Chrysoperla externa* LF × *Ephestia kuehniella*) e de 70% no tratamento TRE4 (*Ceraeochrysa* sp. BW × *Glycaspis brimblecombei*), essas diferenças não foram suficientes para configurar significância estatística. É importante destacar que, apesar das diferenças entre os valores médios dos diferentes tratamentos, a viabilidade larval permaneceu elevada entre as linhagens avaliadas de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. Mesmo com variações nas durações do desenvolvimento larval descritas ao longo do experimento, a taxa de sobrevivência das larvas manteve-se estável ao longo de todas as observações. Os resultados demonstram que o consumo de ninfas de *G. brimblecombei* não comprometeu a viabilidade larval das linhagens analisadas, sugerindo que essa presa possui qualidade nutricional adequada para o desenvolvimento larval dessas espécies de crisopídeos. Esses achados corroboram estudos anteriores que também indicaram a adequação de *G. brimblecombei* como recurso alimentar [24, 26, 35, 40, 45, 47, 48]. Sob uma perspectiva ecológica e aplicada, é fundamental que uma proporção suficiente de indivíduos imaturos complete seu desenvolvimento para garantir o estabelecimento e a persistência de populações em ambientes naturais ou em criações massais. Nesse contexto, a dieta baseada em *G. brimblecombei* revelou-se capaz de fornecer os nutrientes essenciais para sustentar altas taxas de viabilidade larval, representando uma alternativa viável para programas de controle biológico.

A duração da fase pupal apresentou variações significativas entre as diferentes linhagens avaliadas no experimento. A linhagem TRE3, que predou exclusivamente *Ephestia kuehniella*, apresentou a menor duração pupal, com média de 12,87 dias, indicando um desenvolvimento mais rápido sob essa dieta. Em contraste, a linhagem TRE7, que também predou com *E. kuehniella*, apresentou o maior tempo de duração pupal, atingindo 16,12 dias, o valor mais elevado entre todas as linhagens estudadas. Esses dados sugerem uma relação direta entre a fonte alimentar e o tempo de desenvolvimento pupal. De modo geral, observou-se que as larvas de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. que se alimentaram de ninfas de *G. brimblecombei* apresentaram uma propensão a durações pupais mais longas, indicando que essa presa pode proporcionar uma menor eficiência nutricional ou exigir maior tempo para conversão alimentar. Destaca-se, particularmente, o desempenho da linhagem TRE7, que registrou a duração pupal mais longa dentre todos os tratamentos, mesmo com uma dieta considerada favorável. Esse resultado reforça a hipótese de que a qualidade nutricional da presa exerce impacto direto e significativo sobre o desenvolvimento pupal dos crisopídeos, sendo um fator determinante a ser considerado em estudos de biologia e criação massal dessas espécies. A compreensão dessas interações tróficas é essencial para o aprimoramento de programas de controle biológico, criação massal e estratégias de conservação. Assim, a qualidade alimentar das presas deve ser considerada um componente

crítico no planejamento e otimização de sistemas de produção de inimigos naturais [24, 27, 29, 38, 39, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51]. Observou-se também uma correlação positiva moderada entre o período de incubação e a duração pupal. Fatores como condições ambientais e nutrição embrionária podem influenciar esses períodos [53]. Um aumento no período embrionário pode retardar o período pupal, o que, por sua vez, interfere no período esperado de oviposição, atrasando o novo ciclo de larvas e dificultando o controle de pragas. No entanto, o consumo de *G. brimblecombei* e *E. kuehniella* não comprometeu o desenvolvimento larval ou pupal. O período pupal de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. foi mais longo quando se alimentaram de *G. brimblecombei* em comparação àqueles que consumiram *E. kuehniella*. Assim, como em outro estudo, foi observado que essa diferença não afeta o desenvolvimento da fase adulta dos crisopídeos [26].

A viabilidade pupal observada entre as linhagens *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. variou de maneira notável entre 80% e 100%. Durante a análise, não foram identificadas diferenças significativas na viabilidade pupal ao se comparar as diferentes espécies e linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. Este resultado sugere fortemente que o consumo das presas, *G. brimblecombei* e *E. kuehniella*, se mostra apropriado e adequado para o desenvolvimento pupal das linhagens tanto de *C. externa* quanto de *Ceraeochrysa* sp. [33]. Possivelmente, a qualidade nutricional da presa se revela fundamental para garantir que o predador complete efetivamente o seu ciclo de vida, assegurando assim o sucesso reprodutivo e a sobrevivência das linhagens estudadas.

Contudo, é importante ressaltar que o consumo de diferentes espécies de presas pode interferir significativamente na viabilidade de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp., conforme demonstrado em vários estudos [24, 26, 34, 46]. Também foi observada uma correlação negativa fraca entre a viabilidade pupal e a viabilidade do ovo ao longo de diversas análises. Esse aspecto pode indicar que, à medida que a viabilidade pupal aumenta, a viabilidade do ovo tende a diminuir ligeiramente e vice-versa, fortalecendo a ideia de um equilíbrio populacional existente nas linhagens *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. Desta forma, a diminuição em um tipo de viabilidade ou o aumento em outra aparentemente compensará a primeira, contribuindo para manter a população de crisopídeos em um estado de equilíbrio saudável e sustentável. Essa relação entre viabilidades é crucial para entender as dinâmicas populacionais e o impacto que o ambiente e a disponibilidade de presas podem ter sobre essas espécies.

Durante o período de incubação das linhagens de crisopídeos, não se observou variabilidade significativa. Fatores ambientais, como a temperatura, a umidade e a nutrição embrionária, podem influenciar diretamente e ocasionar uma diferenciação no período de incubação do *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp., levando a resultados que podem variar em termos de duração e sucesso do desenvolvimento. Estudos demonstraram que crisopídeos ao se alimentarem de *E. Kuehniella* não alterou o período de incubação, já em outros estudos utilizando outros insetos, como *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1789) (Lepidoptera: Gelechiidae), *Polydrusus marginatus* (Stephens, 1831) (Coleoptera: Curculionidae), *Pyrilla perpusilla* (Walker, 1851) (Hemiptera: Lophopidae) o período embrionário se diferenciou [20, 24, 25, 27, 38, 45, 48, 52, 54]. Notavelmente, uma correlação positiva moderada foi observada entre o período de incubação e a duração larval. Com um período duração larval maior, possibilitando também um maior tempo na predação das ninfas de *G. brimblecombei*, beneficiando o controle de pragas. Quando as condições são favoráveis, como temperatura, umidade e nutrição embrionária adequadas, os ovos das linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. apresentaram um período de incubação semelhante. Isso indica que ambas as espécies se desenvolvem em tempos próximos, o que pode favorecer a predação simultânea.

As diferenças significativas na quantidade de ovos indicam que o consumo de diferentes presas pode ocasionar variações na oviposição. A quantidade de ovos ovipositados é um indicador de que o consumo dos nutrientes das ninfas de *G. brimblecombei* influencia na oviposição das diferentes linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. Portanto, o tipo de presa consumida no período larval influenciará a oviposição dos crisopídeos adultos [25, 27, 37, 38, 44]. Desta forma, a predação deverá atender à demanda nutricional das larvas para que o desenvolvimento das fases posteriores e os adultos consigam ovipositar quantidades suficientes para que a população de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. controlem o *G. brimblecombei*. Caso a presa não atenda as necessidades nutricionais para o desenvolvimento das larvas, possivelmente a taxa de predação pode ser baixa, não controlando a praga. Diante dos resultados observados, entende-se que o *G. brimblecombei* é uma presa que provavelmente possui os nutrientes necessários para o desenvolvimento dos *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. em todas as fases do seu ciclo, proporcionando ainda, um número de ovos ovipositados capaz de reiniciar o novo ciclo de predação. *Chrysoperla externa* depositou uma quantidade maior de ovos, o que sugere que essa espécie é mais eficiente no controle de *G. brimblecombei*, pois sua população tende a crescer mais rapidamente.

As espécies e linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. apresentaram diferenças significativas no período de oviposição. Quando comparadas entre linhagens, observou-se que, ao consumir ovos de *E. kuehniella*, o período de oviposição de *C. externa* foi superior, enquanto *Ceraeochrysa* sp. não apresentou um resultado tão significativo. Isso indica que o consumo de diferentes presas poderá alterar significativamente o período de oviposição de cada espécie e linhagem de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. Autores relatam a variação no período de oviposição em diferentes presas como, *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae), *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) [25, 27, 36]. O período de oviposição pode influenciar diretamente no período de controle da praga. Uma vez que se tenha um período de oviposição mais longo, terá também uma frequência maior de larvas no local para a predação.

O percentual de viabilidade dos ovos de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. variou entre 85 e 95% em todos os tratamentos, semelhante a outros estudos. As dietas consumidas, a temperatura e a umidade são fatores que podem alterar a viabilidade dos ovos. Desta forma, o consumo de ninfas de *G. brimblecombei* se mostrou adequado para a viabilidade dos ovos das diferentes linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. [24; 26; 27, 35, 36, 37, 38]. Foi observada uma correlação negativa fraca entre a viabilidade pupal e a viabilidade do ovo. Isso sugere que, à medida que a viabilidade pupal aumenta, a viabilidade do ovo tende a diminuir ligeiramente, e vice-versa. Essa relação reforça a ideia de um equilíbrio populacional nas linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. Assim, a redução ou o aumento de uma das viabilidades compensará a outra, mantendo a população de crisopídeos em equilíbrio. Com uma viabilidade embrionária de 85%, as linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. conseguem gerar uma grande quantidade de descendentes, contribuindo para a manutenção da população no local.

As diferenças observadas na longevidade de machos e fêmeas adultas entre os diversos tratamentos foram significativamente influenciadas pelo tipo de presa consumida. A ingestão de presas, como ninfas de *Glycaspis brimblecombei* e ovos de *Ephestia kuehniella*, pode impactar diretamente a longevidade dos adultos de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp., conforme relatado em estudos anteriores [24, 25, 27, 37]. Nesse contexto, o aumento da longevidade dos predadores representa uma vantagem ecológica relevante, ao favorecer o seu estabelecimento em determinada área e contribuir para a sustentabilidade e a eficácia do controle biológico ao longo do tempo. As interações tróficas entre as presas fornecidas e a longevidade dos crisopídeos configuram-se, portanto, como um fator determinante para a compreensão da dinâmica populacional desses agentes de controle biológico em diferentes sistemas agrícolas. Compreender essas relações é essencial para a maximização da eficiência de estratégias sustentáveis de manejo integrado de pragas, reforçando a importância da escolha adequada das presas na criação massal e liberação planejada de predadores naturais.

5. Conclusões

Com base na metodologia utilizada e nos resultados obtidos, as diferentes linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. conseguiram predação e se desenvolver consumindo as ninfas de *G. brimblecombei*.

O desenvolvimento biológico de *C. externa*, bem como de suas linhagens, foi superior ao de *Ceraeochrysa* sp.

A capacidade predatória de *C. externa* é superior à de *Ceraeochrysa* sp. ao consumir ninfas de *G. brimblecombei*.

A capacidade predatória de larvas de *C. externa* ao consumirem ninfas de *G. brimblecombei* é semelhante entre as linhagens comercial (LC) e fazenda (LF).

De maneira geral, *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp. têm potencial para serem utilizados como agentes de controle biológico de *G. brimblecombei* em plantios comerciais de eucalipto.

Contribuições dos autores: Conceitualização, André, Francisco e Fabrício; metodologia, André e Fabrício; software, Fabrício; validação, André, Izabela e Heloisa; análise formal, André, Alex e Fernando; investigação, André e Fabrício; recursos, Fabrício; curadoria de dados, André e Fabrício; redação, André e Fabrício; preparação do rascunho original, André, Alex e Fabrício; redação — revisão e edição, André, Izabela e Fabrício; visualização, André e Fabrício; supervisão, Fabrício; administração do projeto, Fabrício; aquisição de financiamento, Fabrício. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Financiamento: Esta pesquisa não recebeu financiamento externo.

Declaração de Disponibilidade de Dados: Nenhum dado novo foi criado

Agradecimentos: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), essenciais para a realização desta pesquisa, e Associação Sul-Mato-Grossense de Produtores e Consumidores de Florestas Plantadas (REFLORE-MS).

Conflitos de interesse: “Os autores declaram não haver conflitos de interesse”.

6. Referências

1. Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ). Disponível online: <https://iba.org/> (acessado em 12 de dezembro de 2024).
2. Brennan, EB; Hrusa, GF; Weinbaum, SA; Levison, WJ. Resistance of Eucalyptus species to *Glycaspis brimblecombei* (Homoptera: Psyllidae) in the San Francisco Bay area. *Pan-Pacific Entomologist* **2001**, 77, 249-253.
3. Santos, GP; Zanuncio, JC; Zanuncio, TV; Pires, EM. Pragas do eucalipto. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte* **2008**, 29, 43-64.
4. Pereira, FF; Pastori, PL; Kassab, SO; Torres, JB; Cardoso, CRG; Fernandes, WC; Diniz, AJF; Zanuncio, JC. Densidade do parasitoide e do hospedeiro. Em: *Controle biológico com parasitoides e predadores na agricultura Brasileira*, 2021. Parra, JR P; Pinto, AS; Nava, DE; Oliveira, RC; Diniz, AJF. FEALQ: Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2021; pp. 317-361.
5. Wilcken, CF; Firmino-Winckler, DC; Dal Pogetto, MHFA; Dias, TKR; Lima, ACV; Sá, LD; Ferreira Filho, PJ. Psilídeo-de-concha-do-eucalipto, *Glycaspis brimblecombei* Moore. Em: *Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros*, Vilela, EF; Zucchi, RA, FEALQ: Piracicaba, Brasil, 2015; pp. 883-897.
6. Wilcken, CF; Couto, EB; Orlato, C; Ferreira Filho, PJ; Firmino, DC. Ocorrência do psilídeo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*) (Hemiptera: Psyllidae) em florestas de eucalipto no Brasil. *Circular Técnica, IPEF*, **2003**, 1-11.
7. Wilcken, CF; Santos, FA; Barbosa, LR; de Souza, CD; Zanuncio, JC. Desafios do manejo de lagartas desfolhadoras de eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, Fortaleza., Brasil, 30/08/2022.
8. Halbert, SE; Gill, RJ; Nisson, JN. Two eucalyptus psyllids new to Florida (Homoptera: Psyllidae). *Fl. Dep. Agric. Entomol. Circular* **407**, **2001**, 1-2.
9. Sá, LAN; Wilcken, CF. Nova praga exótica no ecossistema florestal. *Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico* **18**, **2004**, 3.
10. Wilcken, CF; Sá, LAN; Firmino, DC; Couto, EB; Ferreira-Filho, PJ; Franchim, T. Controle biológico do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) em florestas de eucalipto. In III Congreso Virtual Iberoamericano sobre Gestión de Calidad en Laboratórios. Valladolid Iberolab, Madri, Espanha, 03/04/2005.
11. Pereira, JM; Baldin, ELL; Soliman, EP; Wilcken, CF. Attractiveness and oviposition preference of *Glycaspis brimblecombei* Moore in *Eucalyptus* spp. *Phytoparasitica* **2013**, 41, 117-124. DOI: 10.1007/s12600-012-0268-7.
12. Queiroz, DL; Majer, J; Burckhardt, D; Zanetti, R; Fernandez, JIR; de Queiroz, EC; Garrastazu, M; Fernandes, BV; dos Anjos, N. Predicting the geographical distribution of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psylloidea) in Brazil. *Aust. J. Entomol.* **2013**, 52, 20-30. DOI: 10.1111/aen.12001.
13. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (Agrofit). Disponível em: agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. (acessado em 12 de dezembro de 2024).
14. Maia, WJMS; Carvalho, CF; Souza, B; Maia, JAF; Cruz, I. Capacidade predatória e aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). *Ciênc. agrotec.* **2004**, 28, 1259–1268.
15. Oliveira, R; Barbosa, VO; Vieira, DL; Oliveira, FQ; Batista, JL; Brito, CH. Development and reproduction of *Ceraeochrysa cubana* (Neuroptera: Chrysopidae) fed with *Aleurocanthus woglumi* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Semina: Cienc. Agrár.* **2016**, 37, 17–24. DOI.org/10.5433/1679-0359.2016v37n1p17.

16. Pacheco-Rueda, I; Lomeli-Flores, JR; López-Arroyo, JI; González-Hernández, H; Romero-Napoles, J; Santillán-Galicia, MT; Suárez-Espinoza, J. Preferencia de tamaño de presa en seis especies de Chrysopidae (Neuroptera) sobre *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *Rev. Colomb. Entomol* **2015**, *41*, 187-193.
17. Moreira, MD; Nunes, GS; Oliveira, R; Batista, JL. Predação de *Ceraeochrysa Cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) Sobre *Hyadaphis Foeniculi* (Passerini) (Hemiptera: Aphididae). *Rev. Bras. Cien. Agra.* **2019**, *14*, 1-6. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v14i4a5878>
18. Ismoilov, K; Wang, M; Jalilov, A; Zhang, X; Lu, Z; Saidov, A; Sun, X; Han, P. First Report Using a Native Lacewing Species to Control *Tuta absoluta*: From Laboratory Trials to Field Assessment. *Insects* **2020**, *11*, 286. DOI.org/10.3390/insects11050286.
19. Luna-Espino, HM; Jiménez-Pérez, A; Castrejón-Gómez, VR. Assessment of *Chrysoperla comanche* (Banks) and *Chrysoperla externa* (Hagen) as biological control agents of *Frankliniella occidentalis* (Pergande)(Thysanoptera: Thripidae) on tomato (*Solanum lycopersicum*) under glasshouse conditions. *Insects* **2020**, *11*, 87. DOI.org/10.3390/insects11020087.
20. Scudeler, EL., Daquila, BV., Santos, DC., Conte, H. Crisopídeos: Interface entre biologia e ambiente agrícola. *Em Coletânea nacional sobre entomologia 3*, Oliveira, AC., Oliveira, N., Oliveira, B., Barão, FR., Atena: Ponta Grossa, PR, Brasil, **2020**; pp. 86-104. DOI 10.22533/at.ed.3992001108.
21. Figueiredo, GP; Dami, BG; Souza, JMR; Paula, WBS; Cabral, EO; Rodriguez-Saona, C; Vacari, AM. Releases of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) Eggs for the Control of the Coffee Leaf Miner, *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae), 2020. *Arthropod Manag. Tests* **2021**, *46*, 148. DOI.org/10.1093/amt/tsab148.
22. Martins, EF; Franzin, ML; Perez, AL; Schmidt, JM; Venzon, M. Is *Ceraeochrysa cubana* a coffee leaf miner predator?. *Biol. Control* **2021**, *160*, 104691. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2021.104691.
23. Botti, JMC; Martins, EF; Franzin, ML; Venzon, M. (2022). Predation of coffee berry borer by a green lacewing. *Neotrop. Entomol.* **2022**, *51*, 160-163. DOI.org/10.1007/s13744-021-00884-0.
24. Sultan, A; Khan, MF; Keerio, ID; Channa, MS; Akbar, MF. Biology, life table parameters, and functional response of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on different stages of invasive *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *J. Asia-Pac. Biodivers.* **2021**, *14*, 174-182. DOI.org/10.1016/j.japb.2021.02.003.
25. Carvalho, MMP; Corrêa, LAR; Pinheiro, MLC; Moreira, MM; Vieira, DA; Souza, B. Is a diet of *Planococcus citri* nymphs and adults suitable for *Chrysoperla externa* for use in biological control? *Rev. Bras. entomol.* **2023**, *67*, 1-8. DOI.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2022-0010.
26. Porto, DP. Potencial de crisopídeos como predadores do psílideo-deconcha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) em eucalipto. Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, janeiro de 2023.
27. Braghini, A; Lima, VDO; Dami, BG; Souza, JMR; Barbosa, EP; Figueiredo, GP; Paula, WBdS; Rodriguez-Saona, C; Vacari, AM. Testing the Effects of Prey Type on the Life History and Population-Level Parameters of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). *Insects* **2024**, *15*, 330. DOI.org/10.3390/insects15050330.
28. Borges, DJV; Souza, RAC; Oliveira, A; Sousa, RMF; Venâncio, H; Demetrio, GR; Ambrogi, BG; Santos, JC. Green Lacewing *Chrysoperla externa* Is Attracted to Volatile Organic Compounds and Essential Oils Extracted from *Eucalyptus urograndis*. Leaves. *Plants* **2024**, *13*, 2192. DOI.org/10.3390/plants13162192.
29. Cuello, EM; Andorno, AV; Hernandez, CM; Lopez, SN. Prey consumption and development of the indigenous lacewing *Chrysoperla externa* feeding on two exotic Eucalyptus pests. *Biocontrol Sci. Technol.* **2019**, *29*, 1159-1171. DOI: 10.1080/09583157.2019.1660958.
30. Albuquerque, DDA; Cruz, I; Redoan, ACM; Amancio, MB; Albuquerque, DFDA; Unifemm, SL; Amancio, MB. Efeito da temperatura noturna sobre desenvolvimento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). XXXI Congresso Nacional de milho e sorgo, Bento Gonçalves-RS, Brasil, 25 a 29 de setembro de 2017.
31. Dami, BG; Santos, JA; Barbosa, EP; Rodriguez-Saona, C; Vacari, A.M. Functional response of 3 green lacewing species (Neuroptera: Chrysopidae) to *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). *J. Insect Sci.* **2023**, *23*. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iead038>
32. Gallego, FJ; Rodríguez-Gómez, A; Reche, MdC; Balanza, V; Bielza, P. Effect of the Amount of *Ephestia kuehniella* Eggs for Rearing on Development, Survival, and Reproduction of *Orius laevigatus*. *Insects* **2022**, *13*, 250. <https://doi.org/10.3390/insects13030250>.
33. Bezerra, CES; Amaral, BB; Souza, B. (2017). Rearing *Chrysoperla externa* larvae on artificial diets. *Neotropical entomology* **2017**, *46*, 93-99. DOI 10.1007/s13744-016-0427-5
34. Carvalho, CF; Souza, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. *In: Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. 2ª ed.; Bueno, VHP. Editora UFLA: Lavras, Brasil, 2009; pp. 77-115.

35. Figueira, LK; Carvalho, CF; Souza, B. Biologia e exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). *Cienc. Agrotec.* **2000**, 24, 319-326.
36. Boregas, KGB; Carvalho, CF; Souza, B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em casa-de-vegetação. *Ciênc. agrotec.* **2003**, 27, 7-16. DOI.org/10.1590/S1413-70542003000100001
37. Oliveira, SD; Auad, AM; Souza, B; Carvalho, CA; Souza, LS; Amaral, RL; Silva, DM. Benefícios do mel e pólen de forrageiras nos parâmetros biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Arq. Inst. Biol.* **2009**, 76, 583-588. DOI: 10.1590/1808-1657v76p5832009.
38. Shakoor, MW; Mirza, JH; Kamran, M; Alatawi, FJ. Lifecycle Completion and Reproductive Improvement of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae), Following a Prey Shift Routine During Larval Development. *Biology* **2025**, 14, 10. DOI.org/10.3390/biology14010010.
39. Venzon, M; Carvalho, CF. Biologia da fase adulta de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes dietas e temperaturas. *Ciênc. Prát.* **1992**, 16, 315-320.
40. Santa-Cecília, LV; Souza, B; Carvalho, CF. Influência de diferentes dietas em fases imaturas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen)(Neuroptera: Chrysopidae). *An. Soc. Entomol. do Bras.* **1997**, 26, 309-314. DOI.org/10.1590/S0301-80591997000200012.
41. Michaud, JP. On the assessment of prey suitability in aphidophagous Coccinellidae. *Eur. J. Entomol.* **2005**, 102, 385-390. doi: 10.14411/eje.2005.055. DOI:10.14411/eje.2005.055
42. Bezerra, CES; Nogueira, CHF; Sombra, KDS; Demartelaere, ACF; Araujo, EL. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae): aspectos biológicos, potencial de utilização e perspectivas futuras. *Revi. Caatinga* **2009**, 22, 1-5.
43. Bezerra, CES; Tavares, PKA; Nogueira, CHF; Macedo, LPM; Araujo, EL. Biology and thermal requirements of *Chrysoperla genanigra* (Neuroptera: Chrysopidae) reared on *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs. *Biol. Control.* **2012**, 60, 113-118. DOI.org/10.1016/j.biocontrol.2011.11.010.
44. Chandana, PS; Sood, A; Sharma, PL. Biology of green lacewing, *Chrysoperla zastrowi sillemi* (Esben-Petersen) on cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. *J. Biol. Control* **2020**, 34, 113-118. DOI: 10.18311/jbc/2020/25896.
45. Palomares-Pérez, M; Molina-Ruelas, TDJ; Bravo-Núñez, M; Arredondo-Bernal, HC. Life table of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) reared on *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae). *Rev. Colomb. Entomol.* **2020**, 46, 6831. DOI: 10.25100/socolen.v46i1.6831.
46. Costa, SS; Broglio, SMF; Dias-Pini, NS; Santos, DS; Santos, JM; Duque, FJS; Saraiva, WVA. Biologia do desenvolvimento e respostas funcionais de *Leucochrysa* (Nodita) *azevedoi* alimentado com diferentes presas, *Biocontrol Sci. Technol.* **2020**, 30, 42-50, DOI: 10.1080/09583157.2019.1687644.
47. Passos, EM; Teodoro, AV; Costa, DM; Almeida, LL; Costa, MM. Idoneidad de *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) y *Aleurodicus cocois* (Hemiptera: Aleyrodidae) como fuentes de alimento para *Ceraeochrysa cornuta* (Neuroptera: Chrysopidae). *Rev. Prot. Veg.* **2022**, 37, 1-6. https://cu-id.com/2247/v37n1e06.
48. Trivellato, GF; Berti Filho, E; Poletti, M. Aspectos biológicos e suas implicações na produção massal de *Chrysoperla externa* Hagen, 1861 (Neuroptera: chrysopidae). *Rev. Agric.* **2012**, 87, 45-53.
49. Monteiro, NV; Saraiva, WVA; Dias, NDS; Maciel, GDS; Vasconcelos, JF; Duarte, P; Monteiro, NV. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* visando ao controle biológico da mosca-branca-do-cajueiro. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Agroindústria Tropical* **2021**, 1679-6543. http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1130075.
50. Santos, ACBD; Rego, AS; Lemos, RNSD; Dias, GS; Lopes, GD. Biological aspects of *Ceraeochrysa everes* (Neuroptera: Chrysopidae) fed on pink hibiscus mealybug. *Rev. Caatinga* **2022**, 35, 363-370. https://doi.org/10.1590/1983-21252022v35n212rc.
51. Chagas, RCM. Métodos de criação de *Chrysoperla externa* (Hagen)(Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório e seu uso no controle de artrópodes-praga em cultivos de coqueiro e algodoeiro. Doutorado, Instituto Biológico, São Paulo, 03 de março de 2022.
52. Fonseca, AR; Carvalho, CF; Cruz, I; Souza, B; Ecole, CC. Development and predatory capacity of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) larvae at different temperatures. *Rev. Colomb. Entomol.* **2015**, 41, 4-11.
53. Gonçalves, FM; et al. In ovo nutrition: strategy for precision nutrition in poultry industry. *Arch. de zootec.* **2013**, 62, 54-55.
54. Bortoli, AS; Murata, AT; Brito, CH; Narciso, RS. Aspectos biológicos de *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera, Chrysopidae), em condições de laboratório. *R. ev. Biol. Ciênc. Terra.* **2009**, 9, 101-106.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa ampliam o conhecimento ao descrever a taxa de predação e o desempenho biológico das diferentes linhagens de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp., incluindo a linhagem comercial de *C. externa* utilizada no controle de *G. brimblecombei*.

Esperamos que os dados deste estudo sirvam como referência para pesquisas futuras e contribuam para um melhor entendimento da biologia de *C. externa* e *Ceraeochrysa* sp., visando ao controle de *G. brimblecombei*. Isso pode impulsionar a implementação de estratégias mais eficazes para o manejo de pragas na cultura do eucalipto. Além disso, o conhecimento sobre o desempenho biológico e a taxa predatória dessas linhagens fornece subsídios para se determinar em estudos posteriores a quantidade ideal de crisopídeos necessária para equilibrar as populações de *G. brimblecombei* em plantações de eucalipto.

8. Materiais suplementares:

Anexos

Anexo 1. *Chrysoperla externa* amarelo utilizado como tratamento TR1



Anexo 2. *Chrysoperla externa* verde utilizado como tratamento TR2



Anexo 3. Larvas de *Chrysoperla externa*



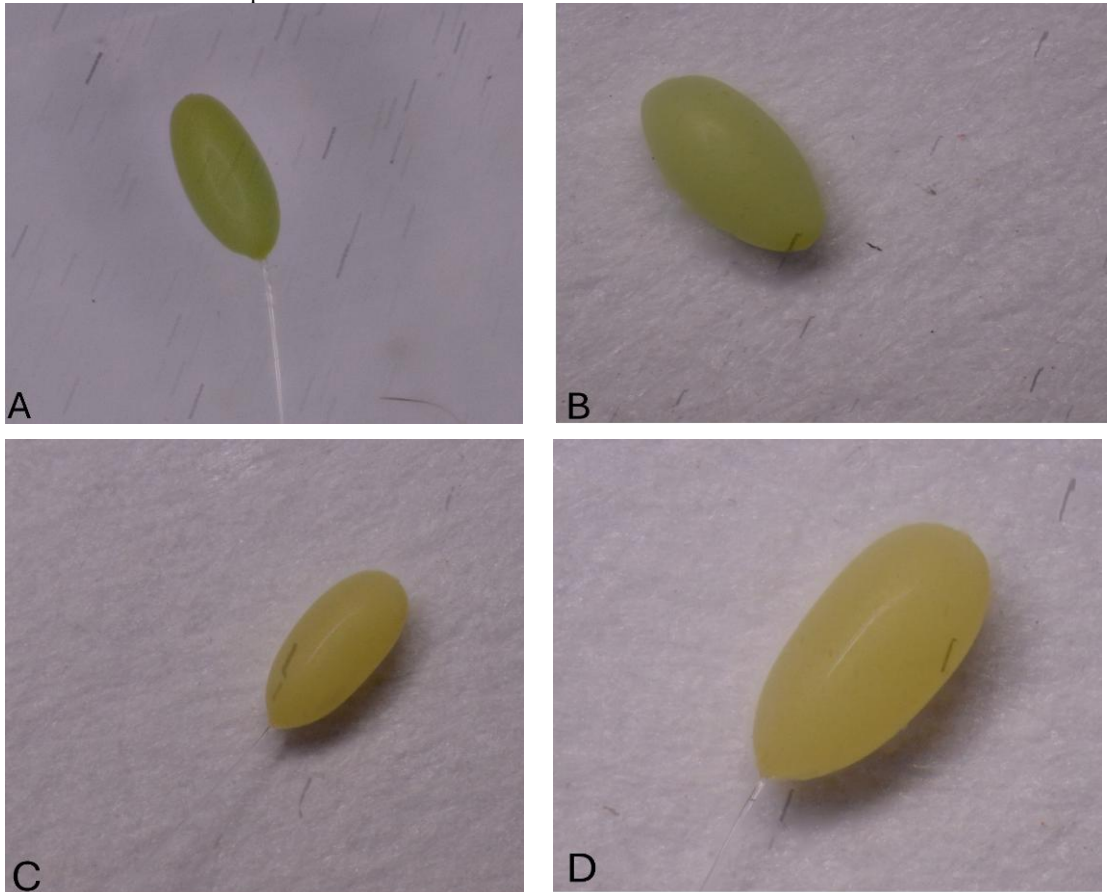
Anexo 4. Larvas de *Ceraeochrysa* sp.

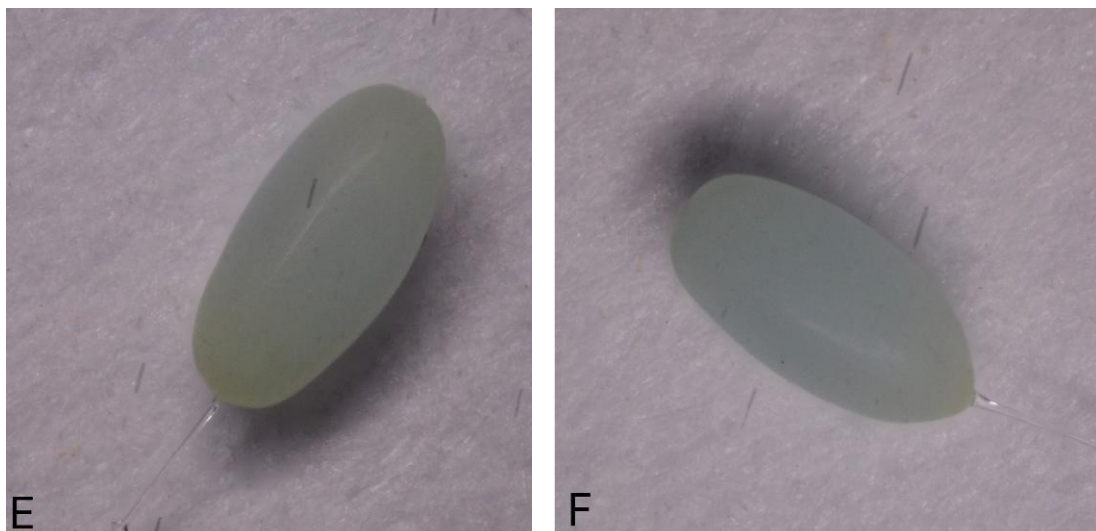


Anexo 5 - *Ceraeochrysa* sp. utilizado no experimento



Anexo 6. Ovos de crisopídeos





A e B - ovos de *Chrysoperla externa* verdes; C e D - ovos de *Chrysoperla externa* amarelo; E e F ovos de *Ceraeochrysa* sp.

Anexo 7. Tabela - Resultados dos testes post-hoc de duração larval de *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa* sp. criados com ninfas de *Glycaspis brimblecombei* e ovos de *Ephestia kuehniella*, a temperatura de $23,79 \pm 1,31^\circ\text{C}$, $67,87 \pm 7,84\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas.

	TRE2	TRE3	TRE4	TRE5	TRE6	TRE7
TRE1	0,03	<0,0001	0,7	0,1	1	1
TRE2		0,7	<0,0001	1	0,2	0,2
TRE3			<0,0001	0,4	0,002	0,001
TRE4				0,0006	0,2	0,3
TRE5					0,4	0,4
TRE6						1

TRE1: *Chrysoperla externa* LC x *Glycaspis brimblecombei*; TRE2: *Chrysoperla externa* LF x *Glycaspis brimblecombei*; TRE3: *Chrysoperla externa* LF x *Ephestia kuehniella*; TRE4: *Ceraeochrysa* sp. BW x *Glycaspis brimblecombei*; TRE5: *Ceraeochrysa* sp. BW x *Ephestia kuehniella*; TRE6: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *Glycaspis brimblecombei*; TRE7: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *Ephestia kuehniella*. A significância estatística foi definida em um valor de $p < 0,05$. LC: Linhagem Comercial; LF: Linhagem Fazenda.

Anexo 8. Tabela - Resultados dos testes post-hoc de duração da pupal de *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa* sp. criados com ninfas de *Glycaspis brimblecombei* e ovos de *Ephestia kuehniella*, a temperatura de $23,80 \pm 1,30^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar de $67,90 \pm 7,90\%$ e fotofase de 12 h.

	TRE2	TRE3	TRE4	TRE5	TRE6	TRE7
TRE1	0,85	0,38	1	1	0,3	0,0006
TRE2		0,003	1	1	1	0,1
TRE3			0,02	0,16	0,0003	<0,0001
TRE4				1	1	0,03
TRE5					0,59	0,003
TRE6						0,5

TRE1: *Chrysoperla externa* LC x *Glycaspis brimblecombei*; TRE2: *Chrysoperla externa* LF x *Glycaspis brimblecombei*; TRE3: *Chrysoperla externa* LF x *Ephestia kuehniella*; TRE4: *Ceraeochrysa* sp. BW x *Glycaspis brimblecombei*; TRE5: *Ceraeochrysa* sp. BW x *Ephestia kuehniella*; TRE6: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *Glycaspis brimblecombei*; TRE7: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *Ephestia kuehniella*. A significância estatística foi definida em um valor de $p < 0,05$. LC: Linhagem Comercial; LF: Linhagem Fazenda.

Anexo 9. Tabela - Resultados dos testes post-hoc do número de ovos

	TRE2	TRE3	TRE4	TRE5	TRE6	TRE7
TRE1	1	1	0,4	1	0,4	1
TRE2		1	0,01	0,6	0,01	0,06
TRE3			0,02	0,9	0,02	0,1
TRE4				1	1	1
TRE5					1	1
TRE6						1

TRE1: *Chrysoperla externa* LC x *Glycaspis brimblecombei*; TRE2: *Chrysoperla externa* LF x *Glycaspis brimblecombei*; TRE3: *Chrysoperla externa* LF x *Ephestia kuehniella*; TRE4: *Ceraeochrysa* sp. BW x *Glycaspis brimblecombei*; TRE5: *Ceraeochrysa* sp. BW x *Ephestia kuehniella*; TRE6: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *Glycaspis brimblecombei*; TRE7: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *Ephestia kuehniella*. A significância estatística foi definida em um valor de $p < 0,05$. LC: Linhagem Comercial; LF: Linhagem Fazenda.

Anexo 10. Tabela - Resultados dos testes post-hoc do período de oviposição (dias)

	TRE2	TRE3	TRE4	TRE5	TRE6	TRE7
TRE1	0,3	0,009	0,9	1	1	1
TRE2		0,7	0,02	0,1	0,3	0,3
TRE3			0,0004	0,004	0,01	0,009
TRE4				1,0	0,8	0,9
TRE5					1,0	1
TRE6						1

TRE1: *Chrysoperla externa* LC x *Glycaspis brimblecombei*; TRE2: *Chrysoperla externa* LF x *Glycaspis brimblecombei*; TRE3: *Chrysoperla externa* LF x *Ephestia kuehniella*; TRE4: *Ceraeochrysa* sp. BW x *Glycaspis brimblecombei*; TRE5: *Ceraeochrysa* sp. BW x *Ephestia kuehniella*; TRE6: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *Glycaspis brimblecombei*; TRE7: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *Ephestia kuehniella*. A significância estatística foi definida em um valor de $p < 0,05$. LC: Linhagem Comercial; LF: Linhagem Fazenda.

Anexo 11. Tabela - Resultados dos testes post-hoc de longevidade masculina

	TRE2	TRE3	TRE4	TRE5	TRE6	TRE7
TRE1	1	0,2	0,9	0,8	0,8	1
TRE2		0,2	1,0	0,7	0,7	1
TRE3			0,02	0,9	0,9	0,3
TRE4				0,2	0,2	0,9
TRE5					1	0,8
TRE6						0,9

TRE1: *Chrysoperla externa* LC x *Glycaspis brimblecombei*; TRE2: *Chrysoperla externa* LF x *Glycaspis brimblecombei*; TRE3: *Chrysoperla externa* LF x *Ephestia kuehniella*; TRE4: *Ceraeochrysa* sp. BW x *Glycaspis brimblecombei*; TRE5: *Ceraeochrysa* sp. BW x *Ephestia kuehniella*; TRE6: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *Glycaspis brimblecombei*; TRE7: *Ceraeochrysa* sp. UFGD x *Ephestia kuehniella*. A significância estatística foi definida em um valor de $p < 0,05$. LC: Linhagem Comercial; LF: Linhagem Fazenda.