

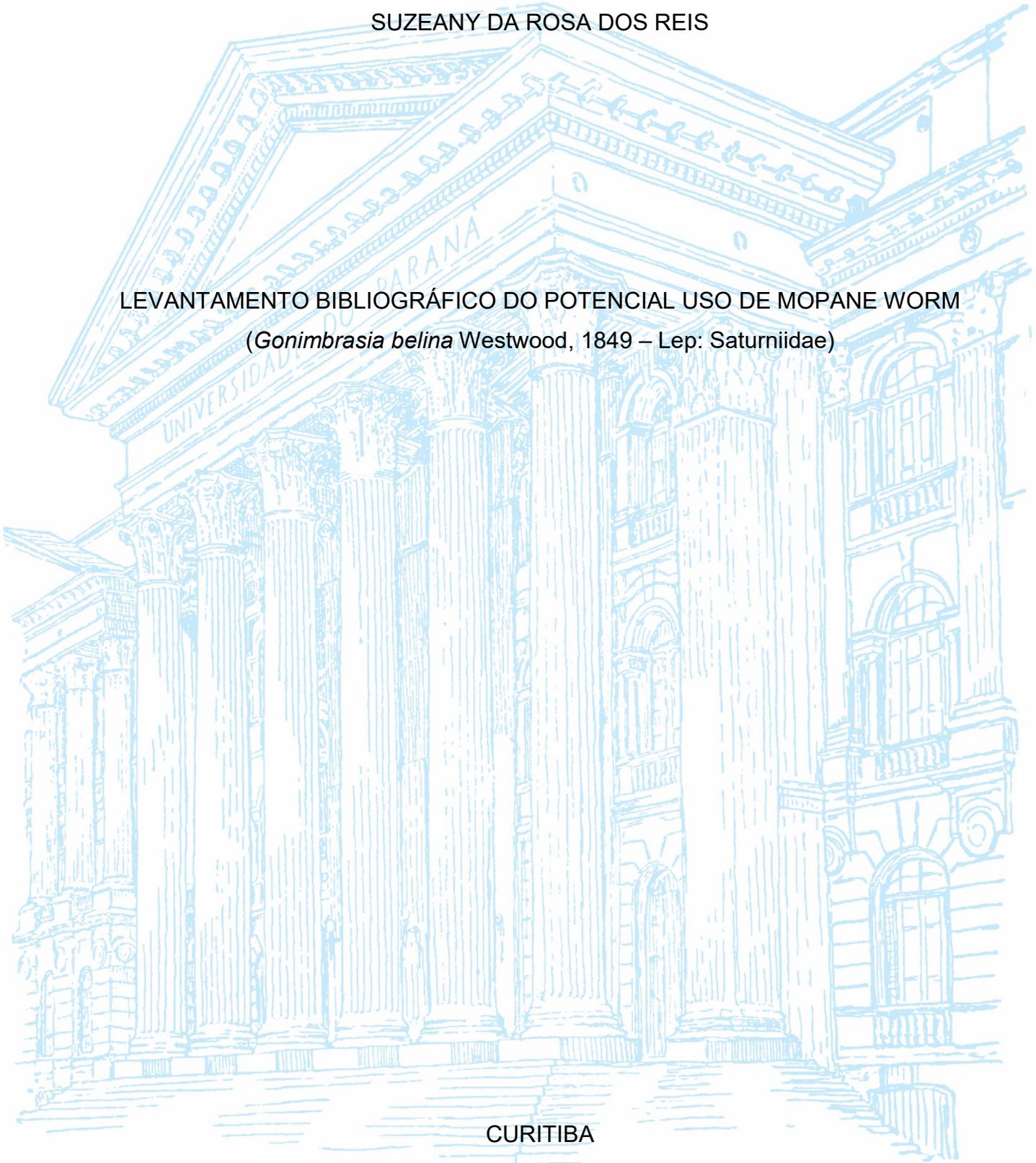
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SUZEANY DA ROSA DOS REIS

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DO POTENCIAL USO DE MOPANE WORM
(*Gonimbrasia belina* Westwood, 1849 – Lep: Saturniidae)

CURITIBA

2023



SUZEANY DA ROSA DOS REIS

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DO POTENCIAL USO DE MOPANE WORM
(*Gonimbrasia belina* Westwood, 1849 – Lep: Saturniidae)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Nilton José Sousa

CURITIBA

2023

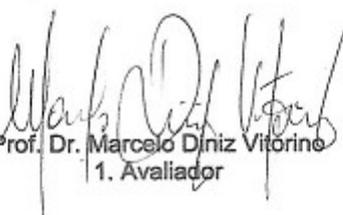


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

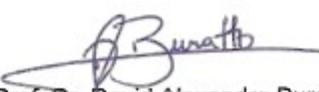
PARECER

Defesa nº 320

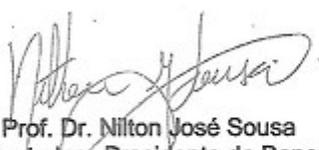
A Banca Examinadora, instituída pelo Colegiado do Curso de Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir **Suzeany da Rosa dos Reis** em relação ao seu Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "**Levantamento bibliográfico do potencial uso de Mopane Worm (*Gonimbrasia belina* Westwood, 1849 - Lep: Saturniidae)**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** na Disciplina ENGF010 - Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Florestal, condicionada a entrega da versão final corrigida.



Prof. Dr. Marcelo Diniz Vitorino
1. Avaliador



Prof. Dr. David Alexandre Buratto
2. Avaliador



Prof. Dr. Nilton José Sousa
Orientador - Presidente da Banca

Curitiba, 24 de fevereiro de 2023.

Profa. Dra. Lucieli Rossi
Vice-Coordenadora do Curso de Engenharia Florestal em exercício

Ao meu esposo Artur Ribas e filhos, João Pedro e Maria Antônia dos Reis Ribas. Em memória do meu pai Jorge Reis, o qual sempre será meu primeiro e maior incentivador.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus imensamente pela minha família, toda e qualquer conquista só faz sentido por quem e com quem compartilhamos. Desde o começo onde meus pais e minha irmã eram meus grandes incentivadores e apoiadores, até a conclusão onde ao longo desses anos perdi meu pai e formei minha família. Hoje, além de concluir um importante ciclo da minha vida, começo outro o qual terei o papel fundamental de incentivo de estudo aos meus filhos. Agradeço minha mãe, Suzete, que esteve presente nos seus prontos cuidados. Agradeço ao meu pai, Jorge, que fez tudo que era possível ao seu alcance para meu bem, para que eu tivesse as melhores condições para estudar. Agradeço a minha irmã, Thamiza, a qual sempre esteve presente em todas as jornadas da minha vida. Agradeço ao meu esposo Artur, o qual divide todos os desafios e me ajuda enfrentar com coragem todas as adversidades e com certeza as deixam mais leves com seu atento apoio. Agradeço ao professor e orientador Nilton o qual esteve disposto e afável com meu pedido de orientação, minha escolha foi pela sua incontestável integridade profissional, a qual vivenciei em sala de aula.

“Não vos inquieteis, pois, pelo dia de amanhã, porque o dia de amanhã cuidará de si mesmo. Basta a cada dia o seu mal.” (Mateus 6,34).

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo fazer um estudo de revisão da literatura relacionada à espécie *Gonimbrasia belina* Westwood, 1849 - Lep: Saturniidae, criando uma fonte de informações que agrupa, de forma organizada, publicações científicas sobre esta espécie. O estudo foi direcionado à pesquisa sobre o potencial uso desta lagarta como fonte alimentar, assim como alguns dados biológicos, valor nutricional, coleta, conservação, opções de consumo pelo ser humano e possíveis técnicas de criação. As buscas concentraram-se em identificar evidências científicas acerca do uso da espécie como uma proposta para segurança alimentar de regiões rurais africanas.

Palavras-chave: *Imbrasia belina*; lagarta de Mopane; entomofagia; *Colophospermum mopane*.

ABSTRACT

This work has the goal to review the literature related to the species *Gonimbrasia belina*, creating a source of information that gather, neatly, scientific publications on this species. The study was aimed to research on the potential use of this caterpillar as a food source, as well as some biological data, nutritional value, collection, conservation, consumption options by humans and possible breeding techniques. The searches focused on identifying scientific evidence about the use of the species as a proposal for food security in rural African regions.

Keywords: *Imbrasia belina*; lagarta de Mopane; entomofagia; *Colophospermum mopane*.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO DO CICLO DE VIDA DE <i>Gonimbrasia belina</i>	17
FIGURA 2 – CICLO DE VIDA DA <i>Gonimbrasia belina</i> , ILUSTRAÇÃO DA CONEXÃO DA GERAÇÃO UNIVOLTINA E DA GERAÇÃO BIVOLTINA.....	18
FIGURA 3 – VARIAÇÕES DOS PADRÕES DE CORES DAS LAGARTAS DE <i>Gonimbrasia belina</i>	19
FIGURA 4 – COLOCAÇÃO DOS SACOS DE SOMBRA SOBRE AS ÁRVORES DE MOPANE, PARA PROTEGER AS LAGARTAS DE <i>Gonimbrasia belina</i> DA AÇÃO DE PARASITÓIDES.....	23
FIGURA 5 – CONSTRUÇÃO DE POÇOS NO SOLO PARA A PROTEÇÃO DAS PUPAS DE <i>Gonimbrasia belina</i> DA AÇÃO DE PARASITÓIDES.....	24
FIGURA 6 – ASPECTOS RELACIONADOS À EVISCERAÇÃO DAS LAGARTAS DE <i>Gonimbrasia belina</i> ANTES DO COZIMENTO.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

- PFNM - Produto Florestal Não Madeireiro
- OMS - Organização Mundial da Saúde
- FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo geral	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
2 MATERIAL E MÉTODOS	14
3 REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 Entomofagia - Insetos Como Fonte Alimentar.....	15
3.2 Aspectos Biológicos	16
3.3 Dinâmica Populacional da Espécie	20
3.4 Hospedeiros de <i>Gonimbrasia belina</i>	21
3.5 Técnicas para a Produção e Domesticação de <i>Gonimbrasia belina</i>	22
3.6 Coleta e Usos de <i>Gonimbrasia Belina</i>	25
4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	27
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1 INTRODUÇÃO

As lagartas da espécie *Gonimbrasia belina* Westwood, 1849 – Lep: Saturniidae, são insetos comestíveis que periodicamente tem explosões populacionais nas vegetações africanas denominadas como Florestas de Mopane. O hospedeiro principal das lagartas deste inseto são as Árvores de Mopane, *Colophospermum mopane* (Fabaceae), tanto a lagarta quanto a árvore são espécies nativas de alguns países da África Austral (África do Sul, Zimbábue, Moçambique, Botswana, Zâmbia, Namíbia, Angola e Malawi).

Popularmente, as lagartas de *G. belina* são chamadas de “Mopane Worm”; ou lagartas de Mopane. Em alguns países da África Austral, as lagartas tornaram-se uma importante mercadoria econômica local por serem uma valiosa fonte de alimento, representando uma importante fonte sazonal de proteína para uma parte da população africana, como parte de sua dieta comum (Van Huis et al, 2013).

As lagartas de *G. belina* são consumidas, não só pelos altos teores de proteína, como também por possuírem outros nutrientes, sendo assim uma fonte alimentar alternativa importante na dieta das populações locais vulneráveis. É possível constatar, na literatura científica, o seu importante papel no desempenho da segurança alimentar e no combate da deficiência proteica na dieta alimentar de alguns países subdesenvolvidos.

Segundo Hlongwane et al (2021), *G. belina* está entre o grupo de espécies de insetos mais consumidos, possui destaque como opção alimentar alternativa, e desempenha um papel essencial na alimentação de subsistência de comunidades rurais africanas.

Existem artigos de diversas áreas do conhecimento sobre a espécie que abrangem desde o valor nutricional, seu uso em suplementação de rações, políticas de incentivo público, até genética e equilíbrio do ecossistema. Apesar de sua forte relevância, tanto nutricional como econômica, poucos estudos e experimentos são encontrados sobre uma possível domesticação e criação da espécie em um ambiente controlado. Assim, foram consultadas publicações científicas sobre o tema desde a biologia até possíveis métodos de domesticação.

1.1 JUSTIFICATIVA

A lagarta de Mopane é um valioso PFNM (Produto Florestal Não Madeireiro). A sua coleta é feita tanto para fins comerciais como também para subsistência, sendo importantes os estudos científicos desta espécie, visto que este inseto é crucial na alimentação de comunidades desfavorecidas em áreas rurais africanas. Também é uma potencial alternativa como futura fonte nutricional no abastecimento alimentar da crescente população mundial, a qual demanda por outras fontes de proteína como alternativa segura e sustentável.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Compilar informações da literatura especializada sobre a espécie *G. belina*, popularmente chamada de Mopane Worm.

1.2.2 Objetivos específicos

Obter informações científicas sobre a espécie, como: dados biológicos, informações nutricionais, coleta e conservação das lagartas, opções de consumo e possíveis técnicas de criação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo com referencial teórico relativa à lagarta de Mopane. O primeiro passo consistiu na seleção do tema e da questão norteadora: Quais são os estudos realizados sobre os usos e a importância alimentícia da espécie na região de ocorrência natural. No segundo passo foram definidos os critérios de inclusão: artigos de pesquisa que respondam à temática, publicados em português, inglês ou espanhol, no período entre 1960 e 2022, disponíveis integralmente online. Selecionaram-se apenas estudos compatíveis com a temática proposta.

A busca dos artigos foi desenvolvida nas bases de dados: Scopus, Google Academic, Portal de Periódicos da CAPES, ResearchGate entre outras fontes disponíveis online. As estratégias utilizadas para busca dos artigos foram adaptadas em virtude das características de cada base de dados selecionada.

Nas duas bases de dados Scopus e Google Academic, foram usadas as palavras chave: “Imbrasia belina”, “Gonimbrasia belina”, “lagarta Mopane”, “Mopane worm” todas selecionando o item “All Fields”. Aqueles artigos que não foram encontrados disponíveis integralmente na base de dados foram descartados.

A partir disso, foram selecionados 35 artigos como corpus da análise. Na sequência, os resultados foram apresentados, discutidos e as evidências foram agrupadas por similaridade. Por último, a partir da discussão e interpretação dos resultados, elaborou-se a consideração final.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Entomofagia - Insetos Como Fonte Alimentar

A principal causa dos principais impactos ambientais é o crescimento da população humana. Estes impactos ocorrem em todo o planeta, com o aumento da contaminação de poluentes na terra, na água, na atmosfera e, concomitantemente, com o aumento da demanda dos produtos provenientes dos agrossistemas disponíveis (FAO, 2015).

A humanidade precisa dar passos no avanço de inovações tecnológicas. Tais avanços envolvem a utilização de Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNMs) como uma fonte alternativa para a alimentação. Por exemplo, considerar o consumo de insetos comestíveis ao redor do mundo como um alimento alternativo, tanto para consumo humano quanto para o consumo animal, é um passo em direção à segurança alimentar. Mas, para tal exploração, se faz necessário estudo sobre os PFNMs, abrangendo a sua produção e coleta de forma sustentável de forma a garantir disponibilidade futura. (Shackleton & Shackleton, 2004)

A entomofagia, que é a prática do uso de insetos na alimentação humana, tem se tornado uma prática global (Gahukar, 2011). Além de poder ser uma solução para a redução da desnutrição, insetos comestíveis são naturalmente considerados recursos renováveis que propiciam, além de vantagens nutricionais, ganhos econômicos e ecológicos nas comunidades.

O valor dos insetos como alimento é indiscutível. Em muitos locais, os insetos são abundantes e podem ser cultivados facilmente, exigindo um espaço mínimo. Existem inúmeras razões práticas, como a facilidade de encontrar insetos em áreas florestais. Sempre que suas populações forem abundantes podem ser coletados (Oonincx et al., 2010).

Os insetos emitem menos gases de efeito estufa e menos emissões de amônia do que a maioria dos animais (Anankware et al. 2015). Dado o custo reduzido e o baixo impacto ecológico na produção de insetos comestíveis, a domesticação destes insetos tornou-se uma questão importante e que passará a exigir estudos (Van Huis et al, 2013).

A entomofagia é uma prática comum em grupos étnicos da América do Sul, México, África e Ásia, onde insetos estão disponíveis e são consumidos em várias

maneiras, como um ingrediente ou como um suplemento em receitas modernas (Gahukar, 2011). Muitos esforços estão sendo feitos para listar todas as espécies de artrópodes consumidos ao redor do mundo, o número aproximado é de 1900 (Van Huis et al, 2013). Ainda assim, esse número continua a crescer conforme mais pesquisas são feitas. Poucos dados estão disponíveis sobre a quantidade de insetos consumidos mundialmente. A partir dos dados disponíveis, os insetos que são mais comumente usufruídos e representam a maior porcentagem de consumo são besouros (Coleoptera) (31%), lagartas (Lepidoptera) (18%) e abelhas, vespas e formigas (Hymenoptera) (14%) (FAO, 2013).

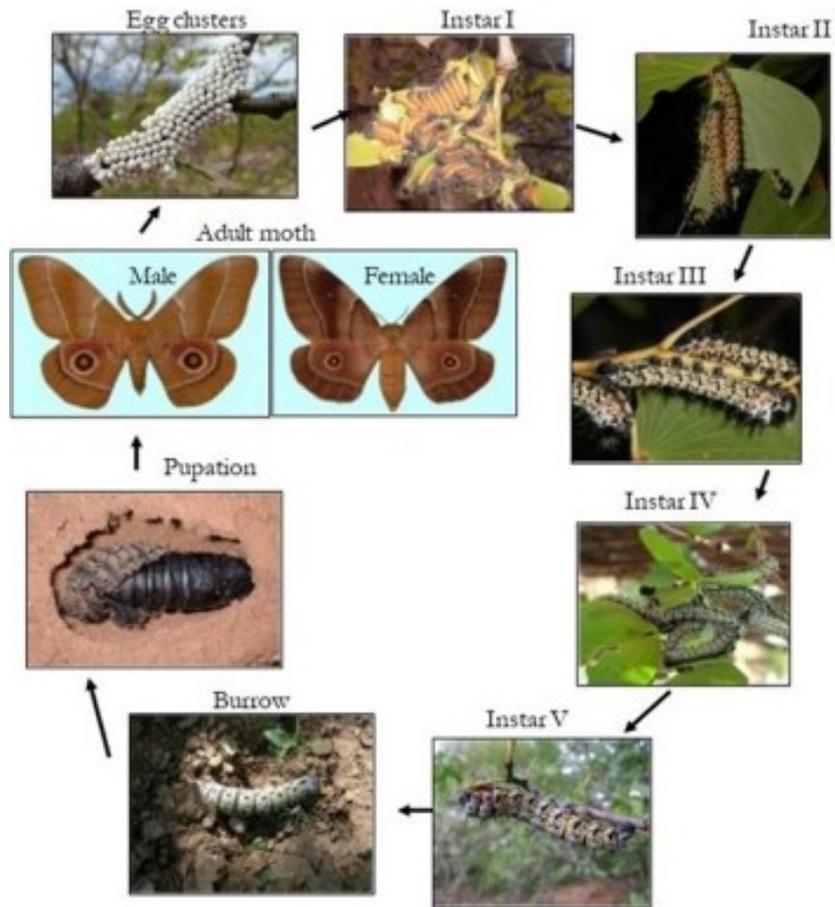
Os estudos demonstram que é necessário o aprimoramento das técnicas do uso dos insetos para a nutrição, fazendo com que a “aparência assustadora” se torne parte de nossas refeições sem ver sua presença. O uso potencial dos produtos desenvolvidos depende dos testes sensoriais do consumidor, pendentes, biodisponibilidade de nutrientes e absorção de transferência de tecnologia e, finalmente, sua comercialização por pequenas e médias empresas. (Nantanga, KNK et al, 2018).

Nas províncias pobres da África, que possuem altas taxas de desnutrição, existem insetos comestíveis, nutritivos e com importância econômica. Segundo a FAO (2021), na África, 524 espécies de insetos são comestíveis e consumidos em 62% dos países do continente. Segundo Romeiro et al (2015), entre os insetos comestíveis africanos, destaca-se a espécie *G. belina*, que serve de fonte alimentar para as populações carentes e movimenta uma indústria que gera milhões de dólares anualmente.

3.2 Aspectos Biológicos

A espécie *G. belina* pertence a um grupo de mariposas-imperador da família Saturniidae (Pinhey,1972). Seu ciclo de vida consiste de cinco instares e podem estar sujeitas a diferentes fatores de mortalidade (FIGURA 1). O tamanho da mariposa fêmea varia de 10,5 centímetros a 12,5 centímetros, e o macho de 10 a 12,5 centímetros de envergadura.

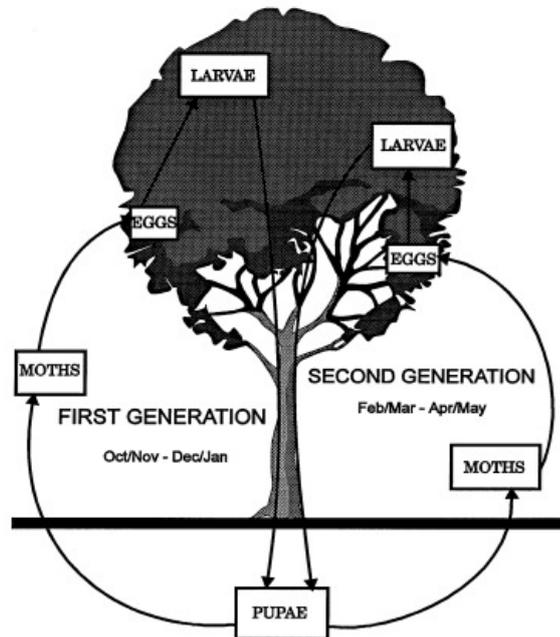
FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO DO CICLO DE VIDA DE *Gonimbrasia belina*.



FONTE: Gardiner et al (2012).

A lagarta de *G. belina*, pode medir até oito centímetros de comprimento de corpo possui seis espinhos curtos, pontiagudos e pretos em cada segmento do corpo. Sua população, na maior parte de sua distribuição é bivoltina, possui duas gerações no ano, com a primeira emergindo da pupação em novembro e dezembro e a segunda de fevereiro a março. Em áreas áridas as populações apresentam tendência univoltina (Oberprieler, 1995) (FIGURA 2).

FIGURA 2 – CICLO DE VIDA DA *Gonimbrasia belina*, ILUSTRAÇÃO DA CONEXÃO DA GERAÇÃO UNIVOLTINA E DA GERAÇÃO BIVOLTINA.



FONTE: Dithoho (1996).

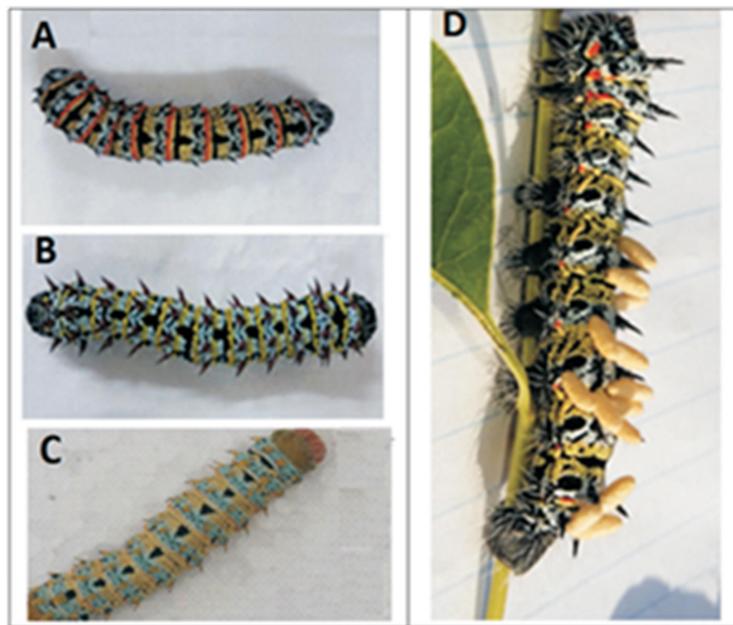
As mariposas vivem apenas alguns dias, em condições de laboratório, cerca de cinco dias em média, podendo variar de três a nove dias. No campo, vivem apenas dois ou três dias, período o qual a única função é encontrar parceiros receptivos para ovipositar. Durante esse tempo, os machos procuram as fêmeas seguindo os feromônios liberados por elas. Após o acasalamento, as mariposas fêmeas depositam seus ovos em um aglomerado de cerca de trinta a trezentos e cinquenta ovos na parte superior e inferior da superfície das folhas da planta hospedeira, a árvore de Mopane (*Colophospermum mopane*, Família: Fabaceae) (Dithoho, 1996).

Os ovos eclodem em dez dias e as lagartas passam por cinco estágios larvais de crescimento, os ínstars. Cada instar dura em média cerca de cinco a sete dias. As lagartas alimentam-se predominantemente de folhas da árvore Mopane (Oberprieler, 1995).

As lagartas de *G. belina*, podem apresentar algumas variações de cores, variante com a cor preto-cefálica com espinhos pretos grossos em fileiras ao longo da parte superior e lateral do corpo, bem como faixas cinza e amarelas com manchas pretas ao longo do corpo. O corpo pode apresentar anéis concêntricos

vermelhos, amarelos e pretos. (FIGURA 3A). Outra variante com a cor preto-cefálica com espinhos, anéis amarelos presentes, com largas faixas amarelas (FIGURA 3B). A variante vermelho-cefálico (FIGURA 3C) possui a cabeça vermelha e espinhos grossos. Em todas as variantes, existem marcas triangulares conspícuas ao longo da superfície dorsal do corpo. (FIGURA 3 A - C) (Fakazi, 2021).

FIGURA 3 – VARIAÇÕES DOS PADRÕES DE CORES DAS LAGARTAS DE *Gonimbrasia belina*.



FONTE: FAKAZI et al (2021).

LEGENDA: Variantes do padrão de cores das lagartas *Gonimbrasia belina* (B e C) e casulos de himenópteros parasitoides (D). Observadas as notáveis faixas/anéis concêntricos vermelhos, amarelos e pretos em (A), a ausência da faixa/anel vermelho em (B) e a ausência de faixas/anéis pretos e vermelhos em (C).

Durante os cinco instares da lagarta Mopane, o primeiro e terceiro ínstar das lagartas são estritamente gregários e forrageiam juntas em agregações de 20 a 200 indivíduos. Após a muda para o quarto ínstar, as lagartas dispersam-se imediatamente para se tornarem solitárias. No final da fase larval, as lagartas do quinto ínstar escavam o solo, onde, se forem da segunda geração elas passam por um período de diapausa (Gardiner et al, 2012). O comportamento gregário auxilia os primeiros ínstares na termorregulação e no balanço hídrico (Klok & Chown 1999).

Os insetos finais do quinto instar procuram um lugar próximo da árvore hospedeira e escavam quinze centímetros de profundidade no solo para empupar.

As pupas permanecem no subsolo até a próxima estação chuvosa, emergindo como uma mariposa para iniciar o ciclo novamente (Hope et al, 2009).

3.3 Dinâmica Populacional da Espécie

A distribuição da lagarta Mopane segue a da principal planta hospedeira a árvore de Mopane (Gardiner, 2020). Além disso, a distribuição da *G. belina* depende da função do parasitismo que pode acometer a espécie e a quantidade de chuva, tornando a produção não apenas sazonal, sem previsibilidade como também irregular (Macheka, Lesley et al, 2022).

Se forem identificados os efeitos de cada fator nos surtos da lagarta Mopane, pode ser possível prever onde e quando os surtos ocorrerão. Fatores climáticos foram documentados indicando que desempenham um papel importante na manutenção da dinâmica da população de espécies de Lepidoptera. A temperatura e a precipitação são os dois principais fatores climáticos que impulsionam o surto populacional da lagarta Mopane (Hartland-Rowe, 1992).

A temperatura influencia no tempo para o surgimento das mariposas para a próxima geração, de maneira que a chuva fornece alimento adequado como folhas da árvore hospedeira das quais as lagartas irão se alimentar. Dessa forma a pluviosidade pode ser um importante fator impulsionador dos surtos (Klok & Chown, 1999).

Segundo Adelabu et al. 2012, aparentemente, existe uma relação co-evolutiva entre as árvores Mopane e as lagartas Mopane, onde o processo ocorre conforme a evolução simultânea entre as duas espécies. As árvores fornecem alimento para as lagartas e as lagartas auxiliam na ciclagem de nutrientes. Atenta-se que as lagartas Mopane também efetuam pesada desfolha em suas plantas hospedeiras e, portanto, também afetam outros herbívoros dependentes da árvore de Mopane, *Colophospermum mopane*.

Os recursos que são compartilhados também têm competição por acesso, desse modo o resultado é uma tragédia dos comuns, o recurso comum acaba não sendo protegido posto que os coletores visem à maximização do ganho pessoal sem pensar na sustentabilidade. Isso pode piorar com a prática da coleta de lagartas de ínstares iniciais o que ameaçam populações futuras. O fraco controle sobre o acesso e a alta demanda por lagartas Mopane tanto em centros urbanos como rurais pode

levar a um acúmulo de pressões nas coletas em áreas geridas comunitariamente, aumentando a competição por este recurso muitas vezes já escasso após alguns anos de seca e mudança no uso da terra. (Sekonya, JG, et al. 2020)

3.4 Hospedeiros de *Gonimbrasia belina*

A lagarta de Mopane é um inseto polígafo adaptado a uma grande quantidade de condições climáticas, em estudos, não mostrou ter barreiras relacionadas à planta hospedeira que possam impedir a sua colonização territorial na África Austral (Gardiner, 2003).

Embora a Árvore de Mopane seja conhecida como a hospedeira primária de *G. belina*, as lagartas desse inseto também se alimentam das folhas de outras espécies de árvores dominantes que ocorrem em sua região de ocorrência. Não está claro como os insetos adultos selecionam seus hospedeiros, mas é evidente que existem preferências (Ditlhogo 1996).

No estudo realizado por Fakazi et al. (2021) em uma província costeira da África do Sul, no norte de KwaZulu-Natal, as lagartas de *G. belina* alimentaram-se em um número significativo de diferentes espécies de árvores. A espécie *Sclerocarya birrea*, popularmente conhecida como Marula, uma das espécies de árvore mais dominante nessa área, foi infestada em todos os locais onde tiveram ocorrências da lagarta. Outras plantas hospedeiras em que a *Gonimbrasia belina* foi observada neste estudo foram *Mangifera indica*, *Grewia spp.*, *Acacia karoo*, *Trema orientalis*, *Sclerocarya birrea*, *Sclerocroton integerrimus*, *Saba comorensis* e *Burkea africana*. As inspeções realizadas na área de estudo revelaram que existe uma importante relação entre a *G. belina* e a *Sclerocarya birrea*.

Nas florestas de *Colophospermum mopane* onde as lagartas de Mopane são colhidas comercialmente, suas populações estão diminuindo devido à colheita insustentável em conjunto com as secas e destruição antropogênica da floresta (Sekonya et al. 2020).

A capacidade de *G. belina* de adaptação ao clima subtropical e sua natureza polígafo também significa que existe potencial para cultivar a espécie em outras plantas e abranger para regiões quentes e subtropicais fora da África. Assim, a distribuição de *G. belina* para os subtrópicos e sua ocorrência em outras espécies de plantas, aumenta as possibilidades de domesticação e comercialização desse

importante recurso de subsistência da África austral. Como também o alívio da pressão nas florestas de Mopane (Fakazi et al, 2021).

3.5 Técnicas para Produção e Domesticação de *Gonimbrasia Belina*

No continente asiático é onde há relatos de domesticação de insetos (FAO, 2013). A motivação para a criação de insetos comestíveis são os importantes benefícios que seriam gerados para subsistência de pequenos agricultores, como também fortalecer esse comércio de forma a garantir uma produção sustentável para atender as demandas com menos exploração predatória (Nethavhani, 2019).

A maioria dos insetos utilizados pelo homem como alimento ou ração existe naturalmente no ambiente, onde são coletados. No entanto, em menor escala, insetos com valor econômico foram domesticados para produção comercial. O conceito de criação de insetos é um empreendimento relativamente novo de diversificação que abrange a criação de insetos em uma área confinada e o controle de suas condições de criação, dieta e qualidade dos alimentos. Insetos criados em cativeiro são isolados de suas comunidades naturais. O cultivo interno e/ou semi-externo de insetos em um ecossistema monitorado ou controlado garante a produção em massa de insetos bem-sucedida (FAO, 2022).

De acordo com Dube e Dube (2010), um bosque de 4.000 hectares suportaria 19 milhões de minhocas, o que se traduziria em 193 toneladas de minhocas Mopane. Na África do Sul, o valor comercial das coletas de lagartas de *G. imbrasia* pode chegar a US\$ 3.000 por ha, totalizando vendas anuais de US\$ 1,6 milhão. Em Botswana, estima-se que a colheita de lagartas de Mopane em um bom ano valha US\$ 3,3 milhões, proporcionando emprego e renda para 10.000 pessoas (Gardiner, 2005; Ghazoul, 2006).

A população natural *G. belina* passa por altas taxas de mortalidade por predação e parasitismo dos inimigos naturais, além das secas, estes e outros fatores podem reduzir a disponibilidade de lagartas para serem coletadas. Em vista disso, a domesticação da lagarta Mopane pode ser uma forma de garantir o uso sustentável e seguro desta espécie de inseto comestível durante o ano inteiro. (Hope et al. 2009).

Um projeto para domesticação de *G. belina*, editado por Ghazoul (2006), descreve várias técnicas para melhorar a produção de Mopane Worm em

comunidades africanas. Para o controle da mortalidade das lagartas, foram desenvolvidas técnicas como a utilização de sacos de proteção nos galhos das árvores e a construção de casas de sombra, FIGURA 4.

Os sacos de pano são colocados nos galhos das árvores visando a proteção das lagartas até o final do segundo ou terceiro instar, situação em que serão liberadas para árvores expostas. Porém, foi constatado que em condições adversas de calor e seca, as lagartas correm o risco de desidratarem nos sacos de pano. Por isso, podem ser criadas primariamente em áreas sombreadas, mesmo com os riscos de doenças nas épocas de calor. Outro ponto importante a ressaltar é que, mantendo-se a as lagartas no mesmo local por anos, há chances do aumento das doenças causadas por vírus e a infecção viral é o principal fator de mortalidade para a lagarta (Ghazoul, 2006).

FIGURA 4 – COLOCAÇÃO DOS SACOS DE SOMBRA SOBRE AS ÁRVORES DE MOPANE, PARA PROTEGER AS LAGARTAS DE *Gonimbrasia belina* DA AÇÃO DE PARASITÓIDES.



Fonte: Ghazoul, (2006).

Para a proteção das pupas de *G. belina* e aumento da sobrevivência desta fase do ciclo de vida, Ghazoul (2006) testou a colocação de aproximadamente 1000 lagartas de último instar em poços construídos no solo (FIGURA 5). Após a colocação nos poços, as lagartas são deixadas por cerca de três a quatro semanas antes de serem removidas. Passado este período as pupas são retiradas dos poços e colocadas em caixas de papelão, armazenadas em lugar protegido de parasitas e ratos até se transformarem em mariposas.

FIGURA 5 – CONSTRUÇÃO DE POÇOS NO SOLO PARA A PROTEÇÃO DAS PUPAS DE *Gonimbrasia belina* DA AÇÃO DE PARASITÓIDES.



Fonte: Ghazoul, (2006).

O armazenamento de pupas em caixas reduz a ação de parasitóides, reduzindo os danos e deformidades das asas dos adultos, pois adultos saudáveis tem mais probabilidade de acasalamento e sobrevivência até a postura dos ovos. Outra vantagem é poder manter as pupas que não eclodiram (em fevereiro), saudáveis e em condições de sobreviver ao inverno seco até a próxima estação de eclosão em novembro, quando ocorrem as chuvas (Ghazoul, 2006).

Um ensaio, com duração de três anos, indicou que a criação de lagartas de Mopane obteve sucesso quando geridas a nível familiar, com outras operações ao redor da aldeia. Isso limitaria a propagação de doenças virais e facilitaria o reabastecimento no caso de alguma família ter muitas perdas no seu criatório (Potgieter et al, 2006).

A produção intensiva de Mopane Worm, visando disponibilizar insetos de forma contínua foi investigada no Zimbábue, África do Sul e Botswana. Técnicas de produção massal deste inseto, podem reduzir os impactos da coleta indiscriminada de *B. imbrasia*, que coloca em risco a segurança alimentar das populações mais vulneráveis da África Austral, que em determinadas épocas do ano dependem desta fonte de proteína. Porém, a produção em escala e de forma contínua também pode causar impactos nos preços de revenda (Mnisi et al., 2022).

3.6 Coleta e usos de *Gonimbrasia belina*

As populações da *G. belina* são bivoltinas, portanto na natureza ocorrem duas possíveis coletas por ano, dependendo da quantidade de chuva (Illgner & Nel, 2000). Durante esse processo, as lagartas são coletadas sob as árvores de Mopane (Stack et al. 2003).

A coleta das lagartas de Mopane ocorre principalmente durante novembro a janeiro, e a segunda coleta, que é menor, ocorre em abril ou maio. As coletas acontecem após bons períodos chuvosos, pois a quantidade de lagartas de Mopane colhidas varia conforme a quantidade de chuva que a área recebe (Nantanga, KNK et al, 2018). Durante a coleta e a evisceração são usadas luvas para a proteção (FIGURA 6) contra os afiados espinhos que a lagarta possui (Taylor, 2020). Ghazoul (2006) destaca adaptações feitas para a proteção que a população cria para proteger as mãos, como a utilização de tubos feitos de pneu de carro, FIGURA 6.

FIGURA 6 – ASPECTOS RELACIONADOS À EVISCERAÇÃO DAS LAGARTAS DE *Gonimbrasia belina*, ANTES DO COZIMENTO.



Fonte: Ghazoul, (2006).

LEGENDA: Com detalhes da luva e o uso de tubos feitos de pneu de carro, que visam proteger as mãos das pessoas que manipulam as lagartas dos espinhos que estas possuem.

Ghazoul (2006) destaca que espremer e secar as lagartas de *G. belina*, são os dois gargalos do processo de produção, a evisceração das lagartas é feita de forma manual, embora de forma geral seja um processo rápido, o rendimento desse processo vai ser variável de uma pessoa para outra, não existindo nenhum método mecânico para esta finalidade. O autor avaliou diferentes tipos de luvas para a coleta e evisceração das lagartas de *G. belina*, as luvas de couro e luvas de PVC foram

para a coleta das lagartas. Porém, estas dificultavam a evisceração, sendo as luvas de cozinha as mais adequadas para esta atividade, pois permitem que as mãos sejam mais sensíveis ao toque.

Segundo relatos de coletoras e comerciantes, as lagartas de *G. belina* são colhidas vivas da árvore e colocadas em um balde. Então são evisceradas para remover o conteúdo do intestino, lavadas em água fria, logo são fervidas em água salgada por trinta minutos e secas ao sol por um dia para evitar que estraguem (Hlongwane et al, 2021). A evisceração e a secagem ao sol prolongam a durabilidade aparentemente para quase um ano. Isso permite a disponibilidade e oferta de proteína na dieta das pessoas (Glew et al, 1999).

Segundo estudos feitos sobre o valor nutricional das lagartas de Mopane foi constatado que estas lagartas contêm proteína, cálcio, ferro, zinco e menos gordura em comparação com a carne de gado tradicional (Van Huis et al. 2013). A lagarta eviscerada, sem o intestino, possui 73,1 gr/100 gr de matéria seca. Essa quantidade é maior do que na carne bovina moída (27,4 g) ou bacalhau grelhado (28,5 g) (Lautenschläger et al. 2017). Elas são consumidas como lanche ou condimento, podem ser assadas, fritas ou cozidas em um ensopado com outros vegetais (Ballantine, 2000).

As lagartas de Mopane, além de serem utilizadas na alimentação humana, também podem ser usadas para alimentação de animal, como animais de estimação, porcos, aves e peixes. Por possibilitarem essas opções de uso na alimentação humana e de outros animais, as lagartas de *G. belina* também são uma importante fonte de renda familiar, advinda da venda de parte das lagartas coletadas pelas famílias na África austral (Makhado et al. 2014).

4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

De acordo com a literatura pesquisada, observou-se que a desnutrição é um alarmante problema de saúde em comunidades africanas, especialmente em áreas rurais. No entanto, paradoxalmente, nessas áreas encontram-se alimentos silvestres nutritivos. Uma das opções é o consumo de insetos (entomofagia), entretanto embora esta prática faça parte da cultura de inúmeros povos, como é o caso das populações tradicionais da África austral, ainda existem estigmas contra esses alimentos.

A fim de que sejam investigados os métodos de processamento ideais dos insetos é necessário promover ampla pesquisa acerca das espécies de insetos comestíveis. No ocidente, a aceitação do consumidor pode estar relacionada ao desenvolvimento de uma estratégia de processamento apropriada para o uso de proteína de inseto como aditivo alimentar. No entanto, apenas coleta na natureza é insuficiente para promover a entomofagia, e os procedimentos para a criação carecem de ser desenvolvidos.

A ingestão de lagartas Mopane por seres humanos já foi amplamente divulgada em publicações científicas, entre elas: Pinhey 1972; Oberprieler 1995; R.T. Gahukar 2011; Van Huis 2013; Anankware et al 2015; Sekonya, JG et al 2020; Chavanduka 1975.

Quando disponíveis as lagartas de *G. belina*, geralmente são colhidas, no entanto, devido as oscilações populacionais de ano para ano, elas possuem uma disponibilidade sazonal limitada (Ditlhogo, 1996). Também se notou que são pouco fomentadas técnicas para o desenvolvimento de criações em ambiente controlado além de épocas sazonais, assim como estudos que assegurem formas seguras para o consumo.

Para o consumo alimentício, as lagartas são coletadas, evisceradas, assadas ou cozidas com um pouco de sal, e secas ao sol. Os estudos indicam que o cozimento por fervura é a forma recomendada de preparo, retendo os maiores níveis de proteína e porcentagens significativas do conteúdo mineral total (Gahukar R., 2011; Sekonya, J. G. et al 2020).

Dentre os estudos consultados, seis deles abordaram de forma mais específica o tema valor nutricional da lagarta de Mopane. Vanqa et al. (2022) apresentaram o potencial das farinhas comestíveis de insetos como fonte de

nutrientes e suas importantes propriedades tecnofuncionais e antioxidantes. As farinhas são valiosas para a indústria alimentícia, sendo usadas como fortificantes quando incorporadas aos produtos.

As lagartas de *G. belina* possuem alto teor de proteína (482,7 mg/g de peso seco), tendo pontuação que se iguala, ou mesmo supera, os padrões da Organização Mundial da Saúde em todas as categorias de aminoácidos essenciais. Minerais críticos para a fisiologia do nosso corpo, principalmente no que tange ao sistema imunológico, como cálcio, ferro, zinco, magnésio e manganês, foram encontrados em significativas quantidades.

O Ferro, essencial na prevenção da anemia, estava presente a um nível de 304 mg/g de peso seco. Já cálcio, necessário para a constituição do nosso esqueleto, estava presente a 2.730 mg/g de peso seco (Glew et al, 1999). Por conta de seu valor nutritivo, estas lagartas podem assumir um papel importante contra a desnutrição na África Austral, onde o inseto ocorre naturalmente (Chavunduka 1975).

Para o aumento da produção de lagartas Mopane, uma alternativa é a cobertura dos galhos com sacos de tecido, visando à proteção dos ovos e lagartas da ação de parasitóides, juntamente com técnicas para a proteção das pupas como poços e caixas, que protejam as pupas de algumas condições climáticas desfavoráveis e da ação de inimigos naturais. É importante que os galhos e folhas, os quais carregam ovos, sejam ser cobertos com um tecido para proteger os ovos de infecções por parasitoides, assim como também os ovos podem ser armazenados em um recipiente até eclodirem. Estudos como os de Garnier (2003) e Van Huis et al (2013) demonstraram que uma população reprodutora em cativeiro de Mopane Worm pode ser estabelecida e sustentada por aproximadamente três anos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Realizar uma pesquisa sobre uma espécie de lagarta nativa do continente africano foi uma experiência enriquecedora. Embora não pertençam à realidade brasileira de forma direta, insetos comestíveis estão entre as principais categorias de Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM).

Na conclusão deste trabalho final de graduação, fica claro que a lagarta de Mopane pode servir como alternativa de subsistência, do ponto de vista nutritivo, não só para comunidades rurais de regiões do sul africano, mas para todo ser humano sobre o globo terrestre. Essa observação traz o tema para mais próximo de nós, vivendo num país de abundantes recursos naturais, mas que não são acessíveis a todos no mesmo nível.

Coincidentemente, no mesmo momento em que escrevia este trabalho, o Fórum Econômico Mundial emitia o Relatório de Riscos Globais 2023, em que enumera uma série de riscos advindos de inflação, aumento de custo de vida e guerras que inaugurariam uma crise alimentar. É evidente que a aplicação de certos hábitos alimentares deveria partir daqueles que viriam a ingerir tais alimentos, pois pode envolver mudanças econômicas e culturais.

Entretanto, nem sempre os líderes mundiais estão interessados na consulta individual destas aplicações: “Acho que um governo pode mudar o padrão e o comportamento de corporações e das pessoas”, disse Jennifer Morgan, diretora executiva do Greenpeace International, no mesmo Fórum, porém em 2018.

Decisões quanto à urgência de sua utilização de insetos como fonte alimentar devem passar, necessariamente de forma individual, pela avaliação do consumidor final. No caso específico do tema deste trabalho, que são as lagartas de *G. belina*, além das pesquisas que indicam relevantes informações nutricionais, é necessário realizar pesquisas referentes à palatabilidade das lagartas, para que as pessoas se interesse por seu consumo. Pois de nada adianta ter um enorme potencial nutricional se as pessoas não se interessam em consumir. Fato que é visto regularmente em várias regiões do mundo, onde comunidades sofrem com problemas de desnutrição tendo disponível um gênero alimentício comprovadamente nutritivo.

Feitas as observações acima, acredito que a criação da lagarta de Mopane tem seu futuro na direção do fortalecimento nutricional e uso como meio de

subsistência. Para tanto, este trabalho destaca a necessidade de pesquisas atualizadas para que haja oportunidade de otimização dos processos de produção. E é nesta direção que aponto as recomendações para trabalhos futuros.

6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com a dependência excessiva da proteína de soja e consumo de proteína animal, poderá tornar-se insustentável a produção em volumosas escalas pelos recursos exigidos. A espécie *G. belina*, segundo as pesquisas, tem amplo potencial para ser utilizada como uma fonte de proteína alternativa devido às suas qualidades nutricionais. Acredito que sejam necessários mais estudos para determinar o custo-efetividade para a produção para este fim. Foi visto que existe uma demanda de uma estrutura política reguladora e de monitoramento para proteger a lagarta Mopane do excesso de colheita e exploração. Com os estudos acadêmicos será possível o embasamento científico para a exploração sustentável da espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADELABU, S., Mutanga, O. & Cho, M. A. **A review of remote sensing of insect defoliation and its implications for the detection and mapping of *Imbrasia belina* defoliation of mopane woodland.** The African Journal of Plant Science and Biotechnology. Global Science Books, 2012. Disponível em: [http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/2012/AJPSB_6\(1\)/AJPSB_6\(1\)1-13o.pdf](http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/2012/AJPSB_6(1)/AJPSB_6(1)1-13o.pdf). Acesso em: 9 jan. 2023

ANANKWARE, Jacob & Fening, Ken & Osekre, Enoch & Obeng-Ofori D. **Insects as food and feed: a review.** International Journal of Agricultural Research and Review.3.p.143-152. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/270815558_Insects_as_food_and_feed_A_review Acesso em: 28 dez. 2022

BARA, G.T. & Sithole, R. & Macheke, Lesley. **The mopane worm (*Gonimbrasia belina* Westwood): a review of its biology, ecology and utilisation in Zimbabwe.** Journal of Insects as Food and Feed, 8. p. 1-14. 2022. Disponível em: DOI: 10.3920/JIFF2021.0177 Acesso em: 28 dez. 2022

CHAVUNDUKA, D. M. **Insects as a source of protein to the African.** Rhodesia Science News, 9. p. 217-220. 1975. Disponível em: DOI: 10.3920/JIFF2018.x005 Acesso em: 28 dez. 2022

DITLHOGO, M.K. **The natural history of *Imbrasia belina* (Westwood) (*Lepidoptera: Saturniidae*) and some factors affecting its abundance in north-eastern Botswana.** Ph.D. thesis, University of Manitoba, Fort Garry, Canada. 1996. Disponível em: <http://www.secheresse.info/spip.php?article72796> Acesso em: 9 jan.2023.

DUBE, S., and C. Dube. **Towards improved utilization of macimbi *Imbrasia belina* Linnaeus, 1758 as food and financial resource for people in the Gwanda district of Zimbabwe.** ZJST. Vol. 5. 2010. Disponível em: <https://journals.nust.ac.zw/index.php/zjst/article/view/28> Acesso em: 10 fev. 2023

FAKAZI, B. H., Buthelezi, M. N., Zharare, G. E., Mlambo, S., Fon, F. N. **The Occurrence and Characteristics of *Imbrasia belina* (Westwood, 1849) in the Subtropical Region of KwaZulu-Natal Province, South Africa.** Academy of Science of South Africa. African Entomology, Vol. 29, No. 2. 2021. Disponível em: DOI: 10.4001/003.029.0381 Acesso em: 28 dez. 2022

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **The contribution of insects to food security, livelihoods and the environment.** FAO, Rome, Italy. 2013. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i3264e/i3264e00.pdf> Acesso em: 28 dez. 2022

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). 2015. **Insects for food and feed.** Disponível em: <http://www.fao.org/forestry/edibleinsects/en/> Acesso em: 28 de dez. de 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Looking at edible insects from a food safety perspective.** Challenges and opportunities for the sector. Rome 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cb4094en> Acesso em: 28 dez. 2022

GAHUKAR, R. T. **Entomophagy and human food security.** International Journal of Tropical Insect Science, New York, Vol. 31, Iss. 3, p. 129-144. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1742758411000257> Acesso em: 3 dez. 2022

GARDINER, A.J. 2003. **The Domestication of Mopane Worms (*Imbrasia belina*);** Veld Products Research and Development: Gaborone, Botswana. Internal Final Report: Mopane Woodlands and the Mopane Worm: Enhancing Rural Livelihoods and Resource Sustainability, DFID Project No. R7822. Disponível em: <https://www.gov.uk/research-for-development-outputs/the-domestication-of-mopane-worms-imbrasia-belina> Acesso em: 3 dez. 2022

GARDINER, A. **Farming Mopane Worms a household guide.** English version. Unpublished manuscript, Harare. 2005. Disponível em: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08c42e5274a31e00010da/R7822-FTR.pdf> Acesso em: 15 dez. 2022

GHAZOUL, J. **Mopane woodlands and the mopane worm: enhancing rural livelihoods and resource sustainability.** Forest Research Programme Report. 2006. Disponível em:
<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08c42e5274a31e00010da/R7822-FTR.pdf> Acesso em: 8 dez. 2022

HOPE, ROBERT & FROST, PETER & GARDINER, ALAN & GHAZOUL, JABOURY. **Experimental analysis of adoption of domestic mopane worm farming technology in Zimbabwe.** Development Southern Africa. 26. p. 29-46. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03768350802640065> Acesso em: 15 dez. 2022

KLOK, C. J., & CHOWN S. L. **Assessing the benefits of aggregation: thermal biology and water relations of anomalous Emperor Moth caterpillars.** Functional ecology 13, p. 417–427. 1999. Disponível em: DOI:10.1046/J.1365-2435.1999.00324.X Acesso em: 15 dez. 2022

NANTANGA, KOMEINE & AMAKALI, THEOPOLINA. Diversification of mopane caterpillars (*Gonimbrasia belina*) edible forms for improved livelihoods and food security. Journal of Arid Environments. 177. 2020. Disponível em: 104148. 10.1016/j.jaridenv.2020.104148. Acesso em: 8 dez. 2022

LAUTENSCHLÄGER, THEA & NEINHUIS, CHRISTOPH & KIKONGO, EDUARDO & HENLE, THOMAS & FÖRSTER, ANKE. **Impact of different preparations on the nutritional value of the edible caterpillar *Imbrasia epimethea* from northern Angola.** European Food Research and Technology. 2017. Disponível em: DOI:10.1007/s00217-016-2791-0 Acesso em: 15 dez. 2022

MAKHADO, RUDZANI & POTGIETER, MARTIN & LUUS-POWELL, WILMIEN. (2016). **Nutritional value of colophospermum mopane as source of browse and its chemical defences against browsers: A review.** Journal of Animal and Plant Sciences. 26. 569-576. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/355083308> Acesso em: 30 jan. 2023

MNISI, C. M.; OYEAGU, C. E.; RUZVIDZO, O. **Mopane Worm (*Gonimbrasia belina* Westwood) Meal as a Potential Protein Source for Sustainable Quail Production: A Review**. Sustainability 14, 5511. 2022. Disponível em: DOI: 10.3390/su14095511 Acesso em: 3 fev. 2023

NETHAVHANI NETHAVHANI, ZWANANDA, FOORD, S., VELDTMAN, R. **Understanding spatial structuring and the role of domestication in the development of sustainable harvest techniques of Mopane worms (*Gonimbrasia belina*)**. 2019. Disponível em: <https://univendspace.univen.ac.za/bitstream/handle/11602/1447/Dissertation%20-%20Nethanani%2C%20z.-.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 5 jan. 2023

OONINCX D. G., ITTERBEECK J., HEETKAMP M. J., VAN DEN BRAND H., VAN LOON J. J. AND VAN HUIS A. **An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption**. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014445> Acesso em: 5 jan. 2023

OBERPRIELER, R. G. **The Emperor Moths of Namibia**. Sigma Press, Editora Pretoria. 1995.

PINHEY E. C. **Emperor Moths of south- and south-central Africa**. Publisher : C. Struik; First Edition (January 1, 1972) 1972. P. 15 -150

POTGIETER, Martin & Mushongohande, Member & Wessels, Dirk. **Mopane tree ecology and management**. 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/289193251_Mopane_tree_ecology_and_management Acesso em: 28 dez. 2022

RICHARD HARTLAND-ROWE. **The Biology of the wild silkmoth *Gonometa rufobrunnea Aurivillius (Lasiocampidae)* in northeastern Botswana, with some comments on its potential as a source of wild silk**. Botswana Notes and Records Vol. 24, p. 123-133. 1992. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/40979919> Acesso em: 28 dez. 2022

ROBERT H. GLEW, DAVID JACKSON, LORENZO SENA, DOROTHY J. VANDERJAGT, ANDRZEJ PASTUSZYN, MARK MILLSON. ***Gonimbrasia belina* (Lepidoptera: Saturniidae): a Nutritional Food Source Rich in Protein, Fatty Acids, and Minerals**. American Entomologist, Volume 45, Issue 4, p. 250–253. 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ae/45.4.250> Acesso em: 28 dez. 2022

ROMEIRO, EDENILZE TELES; OLIVEIRA, ID DE CARVALHO, ESTER FERNANDES. **Insetos como alternativa alimentar: artigo de revisão**. Contextos da Alimentação – Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade, vol. 4, n. 1. 2015. Disponível em: http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistacontextos/wp-content/uploads/2015/10/54_CA_artigo_ed_Vol_4_n_1_15_2.pdf Acesso em: 5 fev. 2023

RUMPOLD, B. A., & SCHLÜTER, O. K. **Nutritional composition and safety aspects of edible insects**. Molecular nutrition & food research. 2013. Disponível em: DOI: 10.1002/mnfr.201200735 Acesso em: 10 jan. 2023

STACK, JAYNE, ANDREW R. DORWARD, TENDAYI GONDO, PETER G. H. FROST, F. TAYLOR AND N. KUREBGASEKA. **Mopane worm utilisation and rural livelihoods in Southern Africa**. 2003. Disponível em: https://www.cifor.org/publications/corporate/cd-roms/bonn-proc/pdfs/papers/T2_FINAL_Stack.pdf Acesso em: 28 dez. 2022

SEKONYA, J.G., MCCLURE, N.J. AND WYNBERG, R.P. **New Pressures, Old Foodways: Governance and Access to Edible Mopane Caterpillars, *Imbrasia* (=Gonimbrasia) *Belina*, in the Context of Commercialization and Environmental Change in South Africa**. International Journal of the Commons, 14, p.139–153. 2020. Disponível em: DOI: <http://doi.org/10.5334/ijc.978> Acesso em: 14 dez. 2022

SHACKLETON, C., & SHACKLETON, S. **The importance of non-timber forest products in rural livelihood security and as safety nets: a review of evidence from South Africa**. South African Journal of Science. 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/29806282> Acesso em: 14 dez. 2022

VANQA, N.; MSHAYISA, V.V.;BASITERE, M. **Proximate, Physicochemical, Techno-Functional and Antioxidant Properties of Three Edible Insect (*Gonimbrasia*) *belina*, *Hermetia illucens* and *Macrotermes subhylanus*) Flours.** Foods. 2022. Disponível em: DOI: 10.3390/foods11070976 Acesso em: 14 dez. 2022

VAN HUIS, ARNOLD. **Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security.** Annual Review of Entomology, Vol. 58, p. 563-583. 2013. Disponível em: DOI: 10.1146/annurev-ento-120811-153704 Acesso em: 14 dez. 2022

Z.T. HLONGWANE, M. SIWELA RELATED, R. SLOTOW RELATED, T.C. Munyai Related. **Effect of geographical location, insect type and cooking method on the nutritional composition of insects consumed in South Africa.** Journal of Insects as Food and Feed: 8 - p. 537 – 556. 2021. Disponível em: DOI: 10.3920/JIFF2021.0067 Acesso em: 14 dez. 2022