

---

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

TATIANE ZARATINI TEIXEIRA

**“AVALIAÇÃO DA SUSCEPTIBILIDADE E DO  
CONTROLE DE BORRACHUDOS (DIPTERA:  
SIMULIIDAE) PELO EMPREGO DOS  
LARVICIDAS À BASE DE *Bacillus thuringiensis* var.  
*israelensis* (Bti) E TEMEPHOS EM CAARAPÓ-MS”**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
AMBIENTAL**

**DOURADOS/MS**

**ABRIL /2013**

TATIANE ZARATINI TEIXEIRA

**“AVALIAÇÃO DA SUSCEPTIBILIDADE E DO  
CONTROLE DE BORRACHUDOS (DIPTERA:  
SIMULIIDAE) PELO EMPREGO DOS  
LARVICIDAS À BASE DE *Bacillus thuringiensis* var.  
*israelensis* (Bti) E TEMEPHOS EM CAARAPÓ-MS”**

**ORIENTADOR: EDUARDO JOSÉ DE ARRUDA**

**COORIENTADOR: CARLOS FERNANDO  
SALGUEIROSA ANDRADE**

Dissertação de mestrado submetida ao programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, como um dos requisitos necessários para a obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia na área de concentração Tecnologia Ambiental.

**DOURADOS/MS**

**ABRIL /2013**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD**

595.7  
T266a      Teixeira, Tatiane Zaratini.  
              “Avaliação da susceptibilidade e do controle de  
borrachudos (Diptera: Simuliidae) pelo emprego dos  
larvicidas á base de *Bacillus thuringiensis* var.  
*israelenses* (Bti) e Temephos em Caarapó-MS” /  
Tatiane Zaratini Teixeira – Dourados-MS : UFGD,  
2013.  
              58 f.

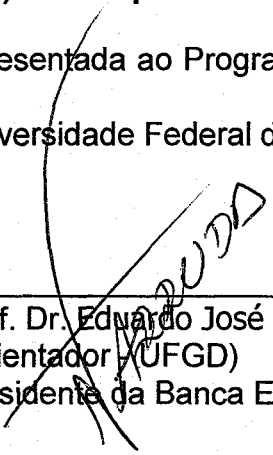
Orientador: Prof. Dr. Eduardo José de Arruda.  
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia  
Ambiental) Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Simulídeos (inseto) – Caarapó. 2. Borrachudos -  
Controle. I. Título.



## Termo de Aprovação

Após apresentação, arguição e apreciação pela banca examinadora, foi emitido o parecer APROVADO, para a dissertação intitulada: **“Avaliação da susceptibilidade e do controle de borrachudos (Diptera: Simuliidae) pelo emprego dos larvicidas à base de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) e Temephós em Caarapó - MS”**, de autoria de Tatiane Zaratini Teixeira, apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Grande Dourados.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Eduardo José de Arruda  
(Orientador UFGD)  
Presidente da Banca Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Antonio Pancrácio de Souza  
Membro Examinador (UFMS)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Lincoln Carlos Silva de Oliveira  
Membro Examinador (UFMS)

Dourados/MS, 28 de março de 2013.

Dedico

Ao meu herói e eterno mestre Jesus Cristo pela esperança, consolo e proteção em momentos de escuridão e pela provisão.

À minha mãe, meu pai e as minha irmãs, enfim a minha família biológica e minha família da fé pelo apoio, fé, amor, afago, cuidado, cobertura, confiança e força em todos os momentos da minha vida.

Tudo o que alcancei até hoje devo a vocês.

## AGRADECIMENTOS

.....

Ao meu amado Deus por todos os livramentos, pela dádiva da vida e pelas bênçãos concedidas em minha vida. Pelo conforto nas horas difíceis, pela saúde, pela fé, esperança, paz e amor em meu coração e pela força para superar todos os obstáculos.

Aos meus pais, Nair Zaratini Teixeira e Joacir Divarci Teixeira, a quem tenho uma dívida eterna de gratidão, uma mulher e um homem de princípios, de garra, verdadeiros valentes de Deus. Meus exemplos de amor incondicional. Sou grata pelo incentivo, amor, correção, perdão, paciência, educação e empenho para a minha formação pessoal e profissional.

À minhas irmãs, Tais Zaratini Teixeira e Tamara Antunes Teixeira, pelo apoio e carinho, dando-me forças para lutar sempre, apesar das dificuldades encontradas.

À minha priminha, Vitória, que em um momento muito difícil e de choro, levantou minha cabeça e me disse estas palavras que jamais esquecerei: *“Não temas Deus é contigo”*. Em uma outra situação que estava com medo de realizar os experimentos devido aos perigos do campo, minha mãe muito usada por Deus disse-me: *“Eis que vos dou poder para pisar serpentes e escorpiões e sobre todo poder das trevas.”* Esta palavra me encorajou para enfrentar os desafios do campo.

Ao meu orientador Dr.<sup>o</sup> Eduardo José de Arruda pelo estímulo, por não me deixar desistir do meu sonho, pelas oportunidades concedidas, pelos sonhos semeados e pelos ensinamentos para a vida.

Ao meu coorientador Dr.<sup>o</sup> Carlos Fernando Andrade Salgueirosa pela orientação, paciência, incentivo, tolerância e também por me instigar a pesquisar e me levar a descobrir as respostas a muitas dúvidas.

Á Magda pelo imenso apoio e socorro em dias difíceis, uma mulher admirável por sua garra e determinação.

Aos professores Dr. Emerson Machado, Dr. Jairo Gaona Campos, por me acudir em meio as minhas dúvidas e dificuldades, ir comigo em campo, meu sincero obrigado!

Ao professor Dr. Joelson, Ediane Rodrigues e Chun Pu pelo grande auxílio no georeferenciamento dos córregos estudados.

Ao Dr. Mateus Pepinelli (UFSCar) e Msc Nayara Karla Zampiva (UFGD) pela identificação dos imaturos e adultos coletados.

*Aos meus “irmãos” de orientação, Ednilson, Hellenyce, Tiago, Cícera e em especial a Cintia Granzotti pela amizade.*

Às minhas queridas amigas, Mana, Cintia, Andréia, Meury, Geny, Regiane, Itatiane, Miriam, Caroline, Sirley, Rita, Ronaldo, Thalita Azambuja, Roberto, Keila, Jussara, Patrícia e Suelen, pela amizade sincera, pelas orações e carinho.

Ao pastor Marcos Camargo Clemente e Fernanda Spinelli pessoas muito queridas e importantes na minha formação pessoal. Ao Pastor Mário e Jurandir homens muito usados e inspirados por Deus! Também não poderia esquecer dos pastores Cristhian, Carla, Fabio e Karla.

Aos meus companheiros de pós-graduação por compartilharem momentos bons e difíceis que o mestrado pode proporcionar.

Ao André Nakamura e Emerson Pereira meus fiéis companheiros de campo, pelo incentivo e auxílio na parte prática da pesquisa.

Aos motoristas da UFGD pela atenção e companheirismo.

Ao meu querido amigo Bruno por me auxiliar em muitas etapas da dissertação mesmo de longe.

Ao meu tio amado Valdir por sonhar comigo, pelo grande impulso nesta pesquisa, auxiliando na montagem dos aparatos de campo e também nos questionários. Ao Humberto, Júnior, Antônio Carlos, Tais pelo auxílio nos questionários e também no trabalho em campo.

A todos os Técnicos da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da UFGD pela amizade, companheirismo e apoio em especial a Fabiana Gomes da Silva, Ediane Rodrigues, Emerson e Livia Simioni, pelos conselhos, amizade, auxílios, por parar e me ouvir, pela ajuda no seminário e abstract.

A toda minha família, mas não poderia deixar de agradecer: Cleber, Cleuza, Claudia, Daia, Nilza, Rose, Bezerra, Carlos; ao Luan, a Nayarinha, José Ramos e ao Júnior.

E a todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho, enfim foram muitas pessoas que Deus levantou para me ajudar e me socorrer, a certeza que fica é que Ele nunca me abandonou e além de serva, Ele me fez filha e seu amor nunca falhou e nunca falhará.

Muito Obrigada, Papai!!!

## LISTA DE ABREVIATURAS

a - fator de correção relativo a composição do substrato

AB - Água Boa

Bti - *Bacillus thuringiensis* var. israelenses

C - Concentração

CT - Coliformes Totais

CTt - Coliformes Termotolerantes

DP - Desvio padrão

i.a. – ingrediente ativo

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

L - Largura média de determinado trecho

LD - Laranja Doce

MS - Mato Grosso do Sul

P - profundidade média do trecho

PG - Paragem

pH - Pontencial Hidrogeniônico

ppm - Partes por milhão

Q - Vazão

RA - Rego d'Água

S. - Simulium

SNC-Sistema Nervoso Central

SNP- Sistema Nervoso Periférico

V - Velocidade média

UFC - Unidades Formadoras de colônias



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Recomendações de catálogo para produto a base de Bti (1.200 ITU/mg) de acordo com a vazão dos riachos e carreamentos previsto.....	33
<b>Tabela 1:</b> Descrição dos principais locais com alta densidade de formas imaturas de simúlídeos considerados pontos estratégicos para realização do controle.....	37
<b>Tabela 3:</b> Parâmetros microbiológicos (UFC/100mL) da água em seis trechos com elevada densidade de larvas de simúlídeos referentes ao mapeamento dos córrego Caarapó (pontos 1, 2, 3 e 4), Glória (ponto 5) e do afluente do córrego Glória (ponto 6) na cidade Caarapó, Mato Grosso do Sul, Brasil.....	39
<b>Tabela 4:</b> Análise microbiológica da água nos quatro córregos estudados da cidade Dourados, Laranja Doce (LD), Paragem (P), Água Boa (AB), Rego d'água (RA), Mato Grosso do Sul, Brasil.....	39
<b>Tabela 5:</b> Números e médias (Desvio padrão) de larvas e percentual de mortalidade de larvas de simúlídeos após 4 horas de aplicação de Temephos (0,5 ppm i.a./10min).....	42
<b>Tabela 6:</b> Números e médias (Desvio padrão) de larvas e percentual de mortalidade de larvas de simúlídeos após 4 horas de aplicação de Temephos (2,5ppm i.a./10 min.).....	43
<b>Tabela 7:</b> Avaliação do carreamento do produto Vectobac 12AS 40ppm/min. no córrego Caarapó (vazão 1,42m <sup>3</sup> /min.), Caarapó-MS.....	45
<b>Tabela 8:</b> Avaliação do carreamento do produto Vectobac 12AS no afluente do córrego Glória, (vazão 0,75m <sup>3</sup> /min.).....	46

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Ciclo biológico do borrachudo.....	17
<b>Figura 2:</b> Região cefálica da simulídeos com os leques cefálicos abertos.....	18
<b>Figura 3:</b> Pupa jovem e farada.....	19
<b>Figura 4:</b> Adulto emergindo do seu casulo.....	19
<b>Figura 5:</b> Locais onde foram realizadas as buscas por principais criadouros de simulídeos (pontos amarelos) nos córregos <b>A)</b> Afluente do córrego Glória; <b>B)</b> Córrego Glória, <b>C)</b> Córrego Caarapó e vertente de um balneário ao sul da área urbana de Caarapó.....	35
<b>Figura 6:</b> Locais considerados estratégicos para a realização do controle de borrachudos(pontos vermelhos) em três cursos d'água no município de Caarapó por apresentarem uma elevada quantidade de larvas.....	36
<b>Figura 7:</b> Locais onde foram realizadas as coletas de água para análise microbiológica nos córregos Laranja Doce (LD), Água Boa (AB), Rego d'Água (RD), Paragem (P) em Dourados (MS).....	38
<b>Figura 8:</b> a) Soluções utilizadas no teste bioquímico b)Papel filtro com manchas escuras a)Soluções A, B e C utilizadasno teste de resistencia esterase b)Manchas escuras formadas no teste de Papel filtro indicando resistência ao organofosforado Temephos nas larvas do Córrego Caarapó.....	41

## RESUMO

As espécies de simulídeos hematófagas geram incômodos devido à intensidade das suas picadas, pois interferem na qualidade de vida das pessoas ou dos animais. Atividades econômicas como agricultura, pecuária e turismo, que estejam localizadas próximas a ambiente lótico são prejudicadas pela ação das fêmeas de simulídeos. Este estudo tem por finalidade levantar subsídios para o manejo de borrachudos (Diptera: Simuliidae) no município de Caarapó-MS. A avaliação do estresse provocado pela presença de simulídeos foi realizada junto à população por meio da aplicação de questionários nos municípios de Dourados e Caarapó-MS. A análise dos questionários delimitou Caarapó como área de estudo e procedeu-se então o mapeamento dos córregos Caarapó, Glória e seu afluente para identificar os criadouros de simulídeos. Foram coletadas larvas, pupas e adultos para identificação das espécies antropofílicas. Também foi avaliada a atividade de esterase por teste bioquímico do papel filtro, que serviu de subsídio para indicação de populações resistente de simulídeos ao Temephos. Para confirmação da resistência ao inseticida organofosforado foram realizados dois bioensaios com Temephos (Fersol 500 CE) nas concentrações operacionais de: 0,5 ppm i.a./10min. e 2,5 ppm i.a./10min. no córrego Caarapó. Em um trecho do córrego Caarapó e afluente do córrego Glória avaliou-se o carreamento do produto à base de *Bacillus thuringiensis* var. israelenses (Bti) Vectobac 12 AS. Testes bioquímicos foram realizados para verificar a relação da densidade de simulídeos com coliformes termotolerantes com trechos com elevada concentração de larvas de simulídeos nos córregos de Caarapó e trechos com baixa densidade populacional de simulídeos nos córregos de Dourados para comparações. Realizou-se também análise microbiológica próxima a locais onde foi registrado baixo e alto índice de incômodo causado por estes insetos em Dourados e Caarapó-MS, respectivamente. As espécies identificadas foram: *Simulium subpallidum*, *Simulium perflavum*, *Simulium subnigrum*, *Simulium inaequale*, *Simulium nigrimanum*. Com base nos resultados obtidos pela análise do papel filtro constatou-se um indicativo de resistência das espécies de simulídeos ao Temephós. Por meio do bioensaio de toxicidade nas concentrações operacionais de 0,5 ppm ia./10 min. e 2,5 ppm i.a./10min. obteve-se a média de mortalidade e desvio padrão foi 5,67% (3,40) e 44,63% (18,76), confirmando a resistência dos simulídeos a este larvicida. O carreamento do Bti nos dois trechos avaliados foi baixo, assim pode-se inferir que para obter um melhor transporte do produto devem ser testadas concentrações mais elevadas; um maior tempo de exposição ou uma estratégia que permita liberação contínua do larvicida. Pelos

resultados da análise microbiológica foi possível relacionar os trechos com elevada densidade de larvas de simulídeos em Caarapó com os de baixa densidade de larvas em Dourados, visto que de forma geral os córregos dos dois municípios apresentaram um elevado número de coliformes termotolerantes. Desta forma, pode-se concluir que a concentração de coliformes termotolerantes não é o único fator determinante para o alto número de simulídeos no município de Caarapó. Este trabalho mostrou que há necessidade da implantação de um programa de controle de simulídeos no município de Caarapó-MS a fim de reduzir a densidade populacional do inseto para um nível aceitável.

**Palavras-chave:** Bioensaios, manejo, simulídeos.

## ABSTRACT

The species of hematofagous blackfly generate trouble due to the intensity of bites which interfering with quality of life of people or animals. Economic activities such as agriculture and tourism, which are located near lotic environment are harmed by the action of female blackflies. This study aims to raise subsidies for management of blackflies (Diptera: Simuliidae) in the town of Caarapó-MS. The evaluation of the stress caused by the presence of black flies was conducted among population by questionnaires in the cities of Dourados and Caarapó-MS. The analysis of the questionnaires defined the study area as Caarapó and then we proceeded to the mapping of streams Caarapó, Gloria and its affluent to identify blackfly breeding. We collected larvae, pupae and adults for species identification, seeking anthropophilic species. It was also evaluated the activity of esterase by biochemical test of filter paper, which served as the subsidy for indication of resistant populations of the blackfly to Temephos. For confirmation of resistance to the organophosphate insecticide two bioassays with Temephos (Fersol 500 CE) were made using the operating concentrations: 0.5 ppm ia./10min. and 2.5 ppm i.a./10min. on Caarapó stream. In a stretch of Caarapó setrem and the affluent of Gloria stream we evaluated the drift of the product based on *Bacillus thuringiensis* var. *israelenses* (Bti) Vectobac 12 AS. Biochemical tests were performed to assess the relationship between the density of black flies with fecal coliform in areas of high concentration of blackfly larvae in streams and sparsely populated stretches of black flies in streams in Dourados for comparisons. We also conducted microbiological analyses next to places where it was recorded low and high level of nuisance caused by these insects in Dourados and Caarapó-MS. The identified species were: *Simulium subpallidum*, *Simulium perflavum*, *Simulium subnigrum*, *Simulium inaequale*, *Simulium nigrimanum*. Based on the results obtained by the analysis of filter paper we observed indicative of resistance to temephos by blackfly species. Through bioassay of toxicity in the operational concentrations of 0.5 ppm ia./10 min. and 2.5 ppm i.a./10min. the mean mortality and standard deviation were 5.67% (3.40) and 44.63% (18.76), confirming the resistance of the blackfly to larvicide. Entrainment of Bti in the two areas was low, so we can infer that higher concentrations of the product, a longer exposure or a strategy for continuous release of insecticide should be tested for better transportation. The results of microbiological analysis did not allow relating the areas with a high density of blackfly larvae in

Caarapó with low density of larvae in Dourados, as the streams of both cities had high concentrations of fecal coliform. Thus, we conclude that the concentration of fecal coliform is not the only determining factor for the high population density of black flies in the city of Caarapó. This study showed that there is need for the establishment of a control program of blackfly in Caarapó-MS in order to reduce the population density of the insect.

**Keywords:** bioassays, management, blackfly.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2. OBJETIVOS GERAIS</b> .....	<b>16</b>
2.1 Objetivos .....	16
3.Revisão Bibliográfica .....	17
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>17</b>
3.1 Características gerais, comportamento e ecologia dos simulídeos .....	17
3.2 Controle de Simulídeos .....	28
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
4.1 Aplicações de questionário à população para seleção da área de estudo .....	28
4.2 Mapeamento do córrego Caarapó .....	28
4.3 Identificação dos imaturos e adultos coletados .....	28
4.4 Análise microbiológica da água dos principais criadouros de simulídeos em dois córregos da região de Caarapó e em quatro córregos em Dourados .....	30
4.5.1 Teste bioquímico para indicação da resistência ao larvicida Temephos .....	30
4.5.2 Teste de bioensaio de susceptibilidade Temephos .....	31
4.6 Larvicida Vectobac 12 AS (Bti) .....	32
4.6.1 Avaliação do carreamento do produto a base de Bti, Vectobac AS .....	32
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>35</b>
5.1 Aplicação do questionário para seleção da área de estudo .....	35
5.2 Mapeamento do córrego Caarapó .....	36
5.3 Identificação dos imaturos e adultos coletados .....	38
5.4 Análise microbiológica da água dos principais criadouros de simulídeos em dois córregos de Caarapó e de quatro córregos em Dourados .....	39
<b>5.5 LARVICIDA TEMEPHÓS</b> .....	<b>41</b>
5.5.1 Teste bioquímico para indicação da resistência ao larvicida Temephós .....	41
5.5.2 Bioensaio de susceptibilidade ao Temephos .....	41
5.6 Larvicida Vectobac 12 AS(Bti) .....	45
5.6.1 Avaliação do carreamento do produto Vectobac 12 AS á base de Bacillus thuringiensis var. israelensis .....	45
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	<b>51</b>
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>53</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A história das civilizações relata o estabelecimento das populações humanas junto aos mananciais de água ou nas proximidades e às margens dos rios. A disponibilidade de água permitiu o estabelecimento da agricultura, pecuária e até do turismo, assim as atividades econômicas possibilitaram a fixação do homem nas cidades. O aumento da população e o processo de urbanização sem planejamento ao longo dos séculos alteraram severamente o meio, rompendo o equilíbrio entre as espécies, o clima e o ambiente. Estas alterações do meio estão refletidas nas implicações da relação de interdependência entre o homem e a variedade de organismos que compartilham o mesmo ambiente. Os desequilíbrios ambientais levaram ao favorecimento de algumas espécies em detrimento de outras (INPE, 2007).

Várias espécies animais e vegetais, e certamente alguns insetos quando favorecidos por este desequilíbrio aumentaram consideravelmente em termos de densidade populacional, provocando perdas econômicas significativas, consumindo colheitas até mesmo transmitindo doenças ao homem e animais. Apesar dos danos causados pelos insetos, estes desempenham funções indispensáveis (serviços naturais) ao(s) ecossistema(s). Dentre os insetos que proliferam em alguns ambientes temos os borrachudos (Diptera, Simuliidae), os hematófagos comumente causam problemas à população humana devido as suas incômodas picadas (ANGELO et al., 2010; PEREIRA et al., 2012).

Os simulídeos são insetos de hábitos diurnos, alguns são hematófagos e podem transmitir doenças para o homem e animais (BERTAZO et al.; 2010). A matéria orgânica na água proveniente de despejos domésticos, agrícolas e industriais, em níveis crescentes é uma das causas do crescimento populacional deste inseto, e também um dos fatores responsáveis pela falta de predadores aquáticos e controlam naturalmente suas populações (PAIVA, 2000).

Soma-se a isto, o uso indevido dos inseticidas, a retirada de mata ciliar completando o quadro de desequilíbrio ambiental. Nestes ambientes, as larvas de simulídeos encontraram as condições ideais para sobrevivência e desenvolvimento até a fase adulta. O controle adequado de dejetos de animais e de humanos, como o uso de esterqueiras próprias para suínos e bovinos, a construção de fossas com filtro e sumidouros para os resíduos humanos nas propriedades e o tratamento dos esgotos das cidades são ações indispensáveis para o controle do inseto. Substratos como pedras,



vegetação e até mesmo entulhos em água corrente servem de locais de instalação das larvas dos borrachudos. A retirada do excesso de substratos em ambiente lóticos, o reflorestamento das áreas degradadas, o impedimento de animais na faixa ribeirinha e a cobertura vegetal para sombreamento contribuem para o controle e redução e da infestação dos simulídeos (PAIVA, 2000).

O estabelecimento de programas de controle em municípios ou em estados brasileiros que necessitem do Manejo Integrado de simulídeos constitui-se em uma importante ação na área de ciências e tecnologia ambiental. Há disposição dos agentes de saúde para o combate deste inseto o controle químico e biológico, como também o método físico. No entanto para o sucesso do programa de controle dos simulídeos é indispensável à participação da comunidade afetada. Assim um trabalho de educação ambiental fornecendo informações prévias dos hábitos, comportamento e formas de controle à população são ações fundamentais para o sucesso e redução a níveis toleráveis (ANDRADE & CASTELO BRANCO Jr.; 1991; HABIB, 1989).

Adicionalmente a estas ações deve haver uma maior fiscalização de órgãos competentes para um melhor gerenciamento dos recursos hídricos, preservação da mata ciliar, tratamento apropriado de dejetos e uso adequado de agrotóxicos que são carregados através das chuvas para os cursos de água (SIMOM, 2000).

## **2. OBJETIVO GERAL**

Levantar subsídios para o manejo de borrachudos (Diptera: Simuliidae) no município de Caarapó-MS.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Delimitar a área de estudo por meio da aplicação de questionário à população para levantamento do incômodo provocado pelos simulídeos;
- Realizar o mapeamento dos córregos Caarapó, Glória e afluente do córrego Glória identificando os principais criadouros de simulídeos;
- Identificar as espécies antropofílicas incômodas à população;
- Verificar se há relação direta de trechos com elevada densidade populacional de simulídeos com o número de coliformes termotolerantes através da análise microbiológica da água de córregos no município de Caarapó comparando com a baixa densidade populacional de simulídeos em alguns córregos de Dourados.
- Avaliar a susceptibilidade de simulídeos aos larvicidas químico Temephos no córrego Caarapó, município de Caarapó-MS.
- Avaliar as concentrações, eficácia e carreamento do larvicida à base de Bti, Vectobac 12 AS, nos córregos Caarapó e no afluente do córrego Glória;
- Propor medidas de manejo nas áreas de estudos na perspectiva de subsidiar o planejamento e a implantação de um programa de controle de simulídeos no município de Caarapó.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

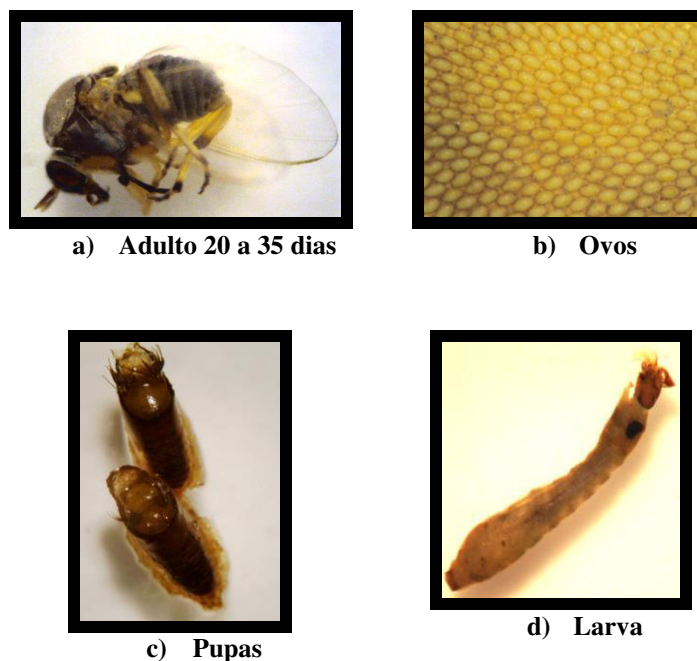
#### 3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS, COMPORTAMENTO E ECOLOGIA DOS SIMULÍDEOS

Os simulídeos pertencem a ordem Díptera, sub-ordem Nematocera, família Simuliidae, subfamília Culicomorpha, e compreendem aproximadamente 2.072 espécies, sendo que apenas cerca de 10% destas preferem sangue de humanos. Os simulídeos são conhecidos por vários nomes populares, como borrachudos, piuns, jejenes, moscas negras e moscas dos cafés (ANDRADE & CASTELLO BRANCO JR, 1991; ANDRADE, 2003; CESÁRIO, 2009; HAMADA & MARDINI, 2011). A nutrição dos adultos tanto dos machos como das fêmeas é à base de néctar de plantas e flores, porém apenas as fêmeas de algumas espécies são antropofílicas ou zoofílicas (PEPINELLI, 2011).

As fêmeas de simulídeos copulam apenas uma vez em seu tempo de vida e fertilizam todos os seus ovos. Em relação ao tipo de alimentação podem ser subdivididas em dois grupos as espécies autógenas e as anautógenas. As espécies autógenas são aquelas nas quais as fêmeas não necessitam de sangue para completar seu ciclo gonadotrófico, porém sua alimentação é apenas a base de néctar de flores e seiva de plantas. As espécies anautógenas são aquelas que necessitam de sangue para maturar seus ovos e completar o ciclo gonadotrófico (ADLER & MCCREADIE, 2009; CAMPOS & ANDRADE, 1999).

Quanto à maneira de obterem sangue de seus hospedeiros, os insetos hematófagos dividem-se classicamente em dois grupos os solenofágicos e os telmofágicos. Esta classificação está diretamente relacionada à maneira como se alimentam e logo ao aparelho bucal destes insetos. Os insetos solenofágicos, tais como os culicídeos, inserem a probóscide na pele e retiram o sangue diretamente de um vaso sanguíneo. Diferentemente, os insetos telmofágicos, por exemplo os simulídeos, primeiramente utilizam seus estiletos bucais e dilaceram a pele. Forma-se assim uma pequena poça de sangue onde em seguida ocorre o repasto sanguíneo. Este tipo de comportamento alimentar ajuda a explicar porque as picadas de simulídeos provocam maior irritação e incômodo quando comparadas com as picadas de culicídeos. Além disto, ambos injetam junto com a saliva substâncias anticoagulantes que também provocam reações alérgicas (CAPORRINO et al., 2005; SILVA, 2009).

O ciclo de vida dos borrachudos é curto e compreende quatro estágios de desenvolvimento: ovo, larva, pupa e o adulto ou imago (Figura 1). O inseto adulto possui como habitat o ambiente aéreo e terrestre, enquanto as outras três fases são aquáticas, e desenvolvem-se em água corrente rápidas e aeradas, portanto são próprias de sistemas lóticos (CAMPOS & ANDRADE, 1999).



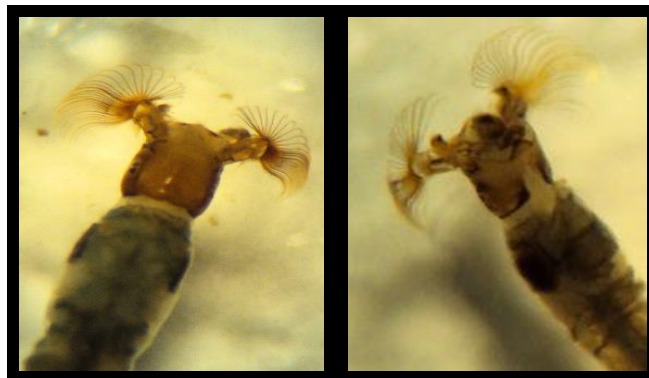
**Figura 1:** Ciclo biológico do borrachudo.

Em relação à sua morfologia os borrachudos são insetos típicos e facilmente distintos de outros pequenos dípteros. Os adultos são corcundas e pequenos, com comprimento entre 2 a 4 mm, apresentam cor negra, castanho-avermelhada ou amarelada (CAMPOS & ANDRADE, 1999). A distinção entre adultos machos e fêmeas pode ser realizada através da análise dos olhos. Os machos possuem olhos unidos na região frontal e dicópticos, sendo os omatídeos da região inferior menores do que os da região superior. As fêmeas possuem os olhos separados e são holópticos, com apenas um tamanho de omatídeo (SES-RS, 2006). O tempo médio de vida é de 1 a 2 semanas, todavia este é variável, uma vez que é dependente de fatores abióticos principalmente da temperatura (CAMPOS & ANDRADE, 1999; PAIVA, 2000; SUCEN, s/d).

Desde a fase de ovo já se observa a adaptação dos borrachudos às águas em movimento. Uma substância gelatinosa e aderente reveste os ovos, e isto impede que sejam transportados pela correnteza. Os ovos são pequenos possuem de 100 a 400  $\mu\text{m}$  de comprimento, apresentam formato oval a quase triangulares e superfície lisa. As

oviposições podem formar um agregado de vários ovos, geralmente de 200 a 500 ovos. Dependendo da espécie podem de ser depositados em grupos sobre plantas, paus e pedras dentro da água ou em pontos levemente abaixo da superfície da água ou dos respingos (CAMPOS & ANDRADE, 1999; CAMPOS & ANDRADE, 2001; COLBO & WOTTON, 1981; JANMBACK, 1973; PETRY et al, 2006).

As larvas ocorrem em águas correntes fixando-se em substratos, tais como pedras, folhas, galhos, raízes ou mesmo entulhos, por meio de uma ventosa de fixação situada na extremidade posterior do abdômen, parte do corpo mais dilatada. As larvas movem-se lentamente como as lagartas mede-palmos (locomoção característica que dá a impressão de que a larva está medindo a superfície de deslocamento) e para movimentos rápidos na correnteza, produzem um fio de secreção de seda pela boca, desta forma podem ficar ancoradas no lugar onde estavam e ao tocarem outro substrato voltam a se fixar (BORROR & DeLONG, 1988).



**Figura 2:** Região cefálica de uma larva de simulídeo com os leques cefálicos abertos.

Alguns estudos demonstraram a não sobrevivência das larvas em águas completamente limpas, livres de partículas nutritivas (STRIEDER & CORSEUIL, 1992; WALSH, 1985). Para se alimentar as larvas possuem um par de leques na cabeça (Figura 2), movimentam rapidamente formando uma corrente de água que direciona o alimento para a abertura da boca. De tempo em tempo fecham o leque cefálico e levam as partículas neles retidas para a boca.

No último estágio do desenvolvimento larval, depois de completamente desenvolvidas, as larvas tecem um casulo com os fios de seda e se transformam em pupas. As pupas ficam com a porção anterior do corpo saliente na abertura do casulo, expondo as brânquias torácicas, nesta fase não ocorre alimentação (WOOD, 1985). As larvas de simulídeos podem apresentar entre 7 e 9 estádios de desenvolvimento, porém

é mais comum encontrar 7 estádios (CAMPOS & ANDRADE, 1999). A forma do pupário e das brânquias torácicas variam de acordo com as espécies, inclusive servem para a identificação (MOREIRA et al., 1994).

A cor das pupas, quando os adultos estão prontos para emergir, é mais escura, dita farada, quando comparada com as pupas recém formadas (Figura 3). A emergência do adulto tem a duração de cerca de um minuto. Libera-se ar entre a cutícula e a parede do pupário, o abdômen torna-se prateado iniciando-se os movimentos em ondas para facilitar a liberação do adulto. Logo em seguida o tórax rompe o pupário deixando uma abertura em forma de T pela qual o tórax do adulto emerge, seguido da cabeça e do abdômen (Figura 4). Assim que as pernas são liberadas, elas se esticam para o lado e a água corrente remove o adulto do casulo da pupa (PAIVA, 2000). Assim o inseto adulto é transportado pela bolha de ar até a superfície da água e está pronto para voar. Em casos em há o ressecamento da pupa dentro do casulo o ciclo de vida se prolongará por uma semana, e o adulto ainda estará apto a emergir. A temperatura influencia na emergência do adulto que ocorre nas primeiras horas do dia (PAIVA, 2000; STEVE, 1995).



**Figura 3:** Pupa jovem e pupa farada.



**Figura 4:** Adulto emergindo do seu casulo.

Estes insetos podem ser vetores de vírus, protozoários, bactérias e nematóides, desta forma, estes patógenos podem manifestar as seguintes doenças: mixomatose, tularemia, leucocitoozoonoses, encefalite equina do leste, mansonelose, oncocercose equina, oncocercose bovina e oncocercose humana (ADLER & MCCREADIE, 2009). Estas doenças constituem endemias de importância sanitária em todo o mundo (RUAS NETO & SILVEIRA, 1989).

A oncocercose humana é também conhecida como cegueira do rio, erisipela da costa, mal morado, enfermidade de Robles, filariase causada pelo nematóide *Onchocerca volvulus*, é ainda endêmica na África tropical, América Latina e no Iêmen.

Esta doença parasitária pode ser responsável por agravos na pele, tais como oncodermatites e oncocercomas. Causam prurido intenso, baixa estima, isolamento social, visão reduzida e ao longo do tempo pode levar à cegueira (HOERAUF et al., 2003; WHO/APCO, 2011). Esta parasitose constitui-se em um grave problema de saúde pública africano, uma vez que é endêmica em 30 países deste continente. Atualmente existem 18 milhões de pessoas infectadas com a oncocercose, destas 99% se concentram na África e em nível mundial há 125 milhões de pessoas com risco de contrair a doença (WHO/APCO, 2011).

De acordo com SHELLEY (1991) pode-se classificar em dois tipos os diversos fatores que interferem na transmissão da oncocercose na América Latina: fatores relacionados ao vetor (*Simulium*) e ao parasita (*Onchocerca volvulus*). Dentre os muitos fatores ligados ao vetor, estes podem ainda ser subdivididos na capacidade de acolhimento do parasita e na capacidade vetorial. As características para uma determinada espécie de simulídeos acolher o parasita basicamente são: a presença de armadura no cibário, a atração de um maior agrupamento de microfilárias no local da picada e a velocidade de formação da membrana peritrófica. Em relação a maior concentração de microfilárias no local da picada dependerá de substâncias presentes na saliva sendo uma característica própria de cada espécie de simulídeo. A membrana peritrófica, formada por um complexo de proteínas e polissacarídeos, encontra-se entre o sangue ingerido na luz do intestino e o epitélio intestinal e serve como uma barreira para entrada de patógenos no organismo do inseto (PEREIRA, 2007). Em relação à capacidade vetorial, essa característica é medida como o Potencial de Transmissão Anual (ATP), ou seja, é o valor estimado do número de picadas infectantes anuais recebidas por homem no período de um ano. Todavia existem outros fatores que podem influenciar a capacidade vetorial, são estes: a estação da densidade de picadas, o grau de zoofilia, o local da picada no corpo e a duração da picada. No que refere-se ao parasita temos: a capacidade da população cepa de *Onchocerca volvulus* em causar a doença e suas manifestações clínicas, a prevalência na população humana e a distribuição de indivíduos infectados (SHELLEY, 1991).

No Brasil o único foco existente da oncocercose é entre os índios da etnia Yanomami e Ye'kuana, localizados na região norte do país, distribuídos nos estados de Tocantins e Amazonas e na fronteira com a Venezuela (foco mais antigo da doença). O isolamento e as condições geográficas e a própria cultura dos Yanomami e Ye'kuana

contribuem para que a endemicidade se mantenha apenas nesta área (MORAES et al., 1986; SHELLEY, 2002).

A mansonelose cujo agente etiológico é *Mansonella ozzardi* é uma parasitose transmitida por simulídeos e ceratopogonídeos. Esta filariose ocorre na América do Sul, Central e algumas ilhas do Caribe. No Brasil está restrita aos estados do Amazonas, Roraima e Mato Grosso. Os sintomas da doença na pessoa infectada são: febre, cefaléias, dores nas articulações, frieza nas pernas e adenite inguinal, eosinofilia sanguínea, lesões visuais e cegueira (HAMADA & MARDINI, 2011; MARTINS et al., 2010; MEDEIROS et al., 2009).

Cabe ressaltar sob o ponto de vista médico sanitário a importância dos simulídeos não se restringe às doenças que eles transmitem. Os prejuízos das picadas devem ser também considerados, embora sejam poucos os estudos que relatam e quantificam este impacto. No entanto, há alguns registros no Rio Grande do Sul descrevendo sobre picadas reações alérgicas significativas, eritemas, dermatites em pessoas de todas as idades e muitos necessitaram de tratamento médicos devido à intensidade das picadas de *S. Pertinax* (SIMON, 2000).

Do ponto de vista ecológico os simulídeos possuem certamente um importante papel na cadeia trófica, uma vez que pássaros e outros insetos nutrem-se de adultos. As larvas alimentam-se de microrganismos como algas (mesmo as filamentosas), protozoários, bactérias e partículas orgânicas finas, como os detritos suspensos na água, transformando-as em pelotas fecais maiores. Apresentam baixa eficiência digestória e desta forma os grânulos fecais produzidos afundam rapidamente nos rios servindo de alimento para os organismos coletadores/juntadores. As larvas são fonte de alimento para outros invertebrados como ninfas de odonatas ou plecópteros e vertebrados como peixes. Algumas espécies são indicadoras biológicas sensíveis aos impactos provocados pela ação do homem no ambiente (HAMADA & MARDINI, 2011; PEPINELLI, 2011).

### **3.2 CONTROLE DE SIMULÍDEOS**

As espécies hematófagas de simulídeos adultos são aquelas que geram incômodos e em alguns casos até mesmo prejuízos econômicos a um determinado local ou região. E isto deve-se a intensidade de suas picadas, uma vez que interferem na qualidade de vida das pessoas ou nos animais de nosso interesse. Dentre as espécies de borrachudos descritas a espécie mais relatada pelo desconforto ao homem no Brasil é



*Simulium* (*Chirostilbia*) *pertinax* Kollar, 1832 encontrada nas regiões Sul e Sudeste, especialmente no Rio Grande do Sul (CAMPOS & ANDRADE, 2002; SIMOM, 2000; STRIEDER, 2006).

As populações humanas e as atividades econômicas localizadas próximas à água corrente como agricultura, pecuária e turismo podem ser prejudicadas pela ação das fêmeas de simulídeos (BEER & GREEN, 2012; MARDINI et al., 2000; PETRY et al., 2004; STRIEDER et al., 2006). Assim, os danos econômicos estão relacionados ao tipo de alimentação das fêmeas adultas dos borrachudos, pois algumas espécies do gênero *Simulium* nutrem-se de sangue de mamíferos, de aves e do homem (SUCEN, s/d). O estresse causado por estes insetos aos animais, por exemplo, gado leiteiro, aves de criação, entre outros, resultam na diminuição da produção de leite e perdas de massa corpórea dos animais, redução da reprodução de aves e impactos econômicos ao produtor. As inoportunas picadas facilitam a entrada de patógenos causando infecções, por fungos e outros agentes patogênicos, ao homem e animais domésticos (CAMPOS, 1997; CROSSKEY, 1990; FREDEEN, 1977; STRIEDER, 2006). Há relatos mundiais sobre ataques de borrachudos que provocam a morte de animais de criação e domésticos (STEELMAN, 1976; PETRY et al., 2006).

As espécies de borrachudos, tanto as veiculadoras de doenças quanto aquelas incômodas às populações devido à intensidade do ataque constituem-se em um desafio para área de Saúde Pública no que diz respeito ao controle de simulídeos (ANDRADE & CASTELLO BRANCO Jr., 1991). Segundo SUCEN (s.d), as picadas de borrachudo ocasionam intensa coceira e prurido com a duração de vários dias, além disto podem provocar infecções secundárias ou até eritema, febres entre outros sintomas em pessoas sensíveis (SUCEN, s/d; PETRY et al., 2006). A picada somada aos sinais expostos podem causar reações alérgicas, inflamações, irritação local e dermatites, desta forma afetam severamente o bem estar das pessoas (PETRY et al., 2006).

Os métodos de controle populacional tanto de culicídeos como de simulídeos atualmente utilizados são basicamente: os físicos, biológicos e os químicos. Os métodos físicos consistem principalmente na eliminação dos criadouros, no uso de telas ou redes, na utilização de armadilhas e nas barreiras de superfície que impedem a emergência de insetos adultos (ANDRADE, 2004). No método físico ou mecânico voltado exclusivamente ao controle de simulídeos no Brasil em córregos é imprescindível a participação da sociedade para seu sucesso. Este consiste na escovação periódica

(quinzenal, por exemplo) dos principais criadouros de larvas e pupas, no sentido de removê-las ou danificá-las impedindo a emergência dos adultos, na retirada de plantas das margens e do lixo no ambiente lótico, uma vez que estes servem de substratos para a fixação das formas imaturas de simulídeos. A vantagem deste método é a ótima relação custo benefício, porém geralmente são trabalhosos (MARDINI & TORRES, 1998; PETRY et al, 2004; SIMON, 2000).

O controle biológico pode ser feito por agentes predadores, tais como: pássaros, sapos, rãs, pererecas, morcegos, peixes, planárias, libélulas, copépodes e nematóides (mermitídeos), estes últimos podem reduzir a esterilidade de machos e fêmeas, além de causar morte na fase adulta dos simulídeos (HAMADA et al., 1997; PAIVA, 2000). Os produtos larvicidas a base de bactérias, também denominados biolarvicidas bacterianos, de forma geral são mais elaborados e utilizam-se agentes patogênicos ou metabólicos protéticos que podem ser aplicados no ambiente na forma de produtos comerciais (ANDRADE, 2004; ERNANDES et al., 2013).

Entretanto, dentre os demais métodos, os químicos são os mais utilizados. O uso de inseticidas/larvicidas a utilização desses produtos está voltado ao controle dos insetos adulto ou de larvas, no que refere-se aos simulídeos, sendo praticamente empregado na redução de larvas a um nível aceitável. Em relação a sua origem podem ser subdivididos em: inseticidas químicos naturais (a base de extratos de plantas) e sintéticos (organofosforados, organoclorados, piretróides, entre outros). Há também outra categoria mais moderna de inseticidas, os inibidores de desenvolvimento ou inibidores dos processos bioquímicos agem desregulando o crescimento (ANDRADE, 2004).

Muitos inseticidas foram utilizados na tentativa de reduzir as populações de simulídeos, dentre estes destacam-se o DDT (Dicloro-Difenil-Tricloreto), o BHC (Benzene Hexachloride), Malathion, Chlophoxin, Permethrina e outros piretróides, porém os mais utilizados são os produtos à base da bactéria *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) e o Temephos (ARAÚJO-COUTINHO et al., 2003; ARAÚJO-COUTINHO et al., 2005; CAMPOS & ANDRADE, 2002; HEMINGWAY & RANSON, 2000; JAMNBACK, 1973; MYBURGH & NEVIL, 2003).

Os inseticidas químicos organofosforados atuam interagindo com as enzimas acetilcolinesterases no sistema nervoso central e periférico (SNC e SNP) formando um complexo estável e inibindo sua ação, o que impede a hidrólise do neurotransmissor acetilcolina. Desta forma, a inibição das acetilcolinesterases provoca um acúmulo de

acetilcolina em todos os sítios de transmissão, logo haverá a superestimulação das fibras nervosas colinérgicas do sistema nervoso central e periférico, resultando em morte por paralisia dos músculos respiratórios ou parada periférica (GAMBARRA, 2010; LIRA, 2010).

As cepas Bti são ativas contra larvas de simulídeos e de alguns mosquitos mais exatamente servindo para o controle de espécies de *Aedes*, *Culex* e *Anopheles* Spp. Após, a ingestão dos cristais protéicos ocorre a conversão da protoxina em toxina ativa no intestino médio das larvas( mesêntero) sob ação das enzimas proteases que atuam em pH alcalino próximo de 10 (CAHAN, 2008; CORRÊA et al., 2012). Estas toxinas ligam-se aos receptores presentes nas microvilosidades das células do intestino epitelial, da bicamada lipídica, conseqüentemente formam-se poros na membrana celular permitindo a passagem de íons e pequenas moléculas que extravasam e levam ao desequilíbrio osmótico e iônico, posteriormente ocorre a lise celular (ARMSTRONG, 1985; CAHAN, 2008; CAVADOS et al., 2004; CORRÊA et al., 2012; CORRÊA, 2012; PUCHI, 2005) levando a morte por toxemia (ANDRADE, 2008).

Durante o processo de esporulação, na fase estacionária, sob condições adversas ao seu desenvolvimento, esta bactéria produz um corpo paraesporal constituído por polipeptídeos, entre eles a delta endotoxina. Este cristal é formado por diferentes proteínas do tipo Cry e Cyt, as primeiras ligam-se a receptores específicos, no entanto as proteínas Cyt são inespecíficas atuam de forma citolítica sob a membrana lipídica dos insetos (BRAVO et al., 2007; CORRÊA, 2012; CORRÊA et al., 2012).

Dentre as vantagens do uso de produtos à base de Bti pode-se destacar que não provocam danos ao ambiente, não são tóxicos aos seres humanos e animais vertebrados, além da baixa persistência no ambiente quando comparada com os inseticidas químicos. São seletivos tendo como principal alvo os simulídeos e culicídeos. No entanto, há estudos que relatam a suscetibilidade dos quironomídeos e tipulídeos (*Chironomidae* e *Tipulidae*) a estes biolarvicidas (PETRY et al., 2004). Os fatores que afetam a eficiência e o potencial dos produtos à base de Bti contra os borrachudos são a temperatura, a vazão dos riachos, a radiação solar, o pH, a composição do sedimento, a turbidez, córregos com fundo regular ou acidentado, a constituição do fundo dos córregos (areia ou pedra) e ainda a abundância de plantas aquáticas nas margens dos córregos (ANDRADE, 2008; PUCHI, 2005).

Assim neste cenário os bioensaios de toxicidade são importantes, pois estão intimamente ligados ao uso adequado dos produtos, à forma de aplicação, à concentração do produto e a outros fatores, incluindo a Educação em Saúde e adesão da população ao manejo integrado dos simulídeos. Entretanto, o aspecto preventivo do controle é fundamental para a monitoração da resistência em populações de simulídeos, adequação do manejo e redução dos desconfortos à população e dos custos operacionais (CAMPOS & ANDRADE, 2002; HABIB, 1989).

O desequilíbrio ambiental provocado pela ação humana no ambiente produz oferta de alimento para uma espécie em detrimento da outra, desta forma leva a morte de predadores e a proliferação de uma determinada população. Como a poluição orgânica tem um efeito direto na elevação da densidade populacional de borrachudos, uma vez que os coliformes termotolerantes são fontes de alimentos para as larvas de simulídeos. Desta forma é importante adotar como prática de controle o manejo adequado dos dejetos de suínos, bovinos e humanos. Para isto é necessário à construção de esterqueiras, fossas e sumidouros, como também o apropriado tratamento de resíduos provenientes de abatedouros, indústria de alimentos e esgoto doméstico. Outra medida importante é o reflorestamento de áreas degradadas, a proteção da mata nativa no entorno das nascentes e no decorrer dos rios e córregos, uma vez que áreas recobertas propiciam sombreamento dos rios e/ou córregos, assim a temperatura da água diminui e prolonga-se o ciclo de vida do borrachudo, além de minimizar estímulo luminoso desfavorecendo assim a oviposição das fêmeas do inseto (PAIVA, 2000; PETRY et al., 2004; SIMON, 2000).

O conhecimento das características reprodutivas e ecológicas das larvas e pupas de simulídeos nos cursos d'água (córregos e riachos) por parte dos grupos de controle do inseto e das comunidades afetadas é fundamental para o alcance dos melhores resultados no controle e manejo desses insetos hematófagos (STRIDER et al., 2006). Dessa forma, uma vez considerado necessário, deve-se realizar o controle de borrachudos para evitar incômodos pessoais e econômicos em áreas de atividade agropecuárias, tais como em regiões metropolitanas e turísticas, bem como qualquer local onde as populações dos insetos possam afetar o bem estar dos moradores (PETRY et al., 2004; PETRY et al., 2006).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO À POPULAÇÃO PARA SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

Para análise do estresse provocado pelo incômodo causado devido à presença do simulídeos antropofílicos, inicialmente realizou-se um levantamento, por meio da aplicação de questionário (Anexo I). A análise dos resultados foi utilizada para a delimitação da área de estudo e a confirmação da necessidade do controle de simulídeos. Os questionários foram aplicados aos moradores que residem nas proximidades dos córregos Água Boa (AB), Rego d'Água (RA), Laranja Doce (LD) e Paragem (PG) (nos bairros Cachoeirinha, BNH IV Plano, Jardim Clímax, Parque do Lago, Jardim Alto das Paineiras, e BNH III Plano) no município Dourados-MS e também nos córregos Caarapó e Glória (nos bairros Campo Dourado, Capitão Vigário, Jardim Aplasível, Santa Maria, Vila Planalto, São Jorge e Vila Setenta) no município de Caarapó-MS.

### **4.2 MAPEAMENTO DO CÓRREGO CAARAPÓ**

Foram inspecionados diversos pontos ao longo do córrego a procura dos principais criadouros das formas imaturas para um mapeamento que sirva de subsídio para os órgãos competentes juntamente com a população realizarem posteriormente práticas de manejo ou controle de simulídeos. O mapeamento é necessário para se conhecer os locais que exista a demanda da realização do controle, bem como para reduzir as áreas em que não precisa da aplicação de produtos, desta forma implica no melhor emprego\uso do dinheiro público visto que diminuirá o volume de produto aplicado minimizando assim os custos e o impacto ambiental.

### **4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS IMATUROS E ADULTOS COLETADOS**

Foram realizadas coletas de larvas, pupas e adultos de simulídeos nos córregos Caarapó, Glória e no afluente do Córrego Glória para identificação das espécies antropofílicas. As larvas, pupas e insetos adultos foram acondicionados em frascos de vidro com álcool 70% e posteriormente foram triados para as análises. Os insetos adultos foram coletados no córrego Glória manualmente com uso de aspiradores durante o ato de hematofagia pousando nas pernas dos coletores. O material entomológico foi

enviado aos especialistas Mateus Pepinelli e mestranda Nayara Karla Zampiva para a identificação.

#### **4.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DOS PRINCIPAIS CRIADOUROS DE SIMULÍDEOS EM DOIS CÓRREGOS DA REGIÃO DE CAARAPÓ E DE DOURADOS-MS**

Realizou-se a análise microbiológica nos municípios de Caarapó e Dourados-MS. Os córregos avaliados em Caarapó foram Caarapó, Glória e afluente do córrego Glória nos seis principais criadouros de simulídeos nos seguintes trechos: ponto 1 (p1) 22° 35' 03.6"S 054° 47' 38.4"O; ponto 2 (p2) 22° 35' 35.27"S 054° 49' 03.54"O; ponto 3 (p3) 22° 35' 58.88"S 54° 49' 34.72"O; ponto 4 (p4) 22° 37' 41.99"S 54° 50' 44.68"O; ponto 5 (p5) 22° 36' 40.70"S 054° 49' 37.82"O e no ponto 6 (p6) 22° 36' 53' 85"S 054° 49' 28.77"O referente ao mapeamento (Figura 2 e Tabela 2). A mesma análise foi realizada no município de Dourados em um trecho dos córregos Laranja Doce (LD) 22° 12' 32.36" S 054° 49' 35.18"O, Paragem (PG) 22° 15' 05.4" S 054° 47' 59.3"O, Água Boa (AB) 054° 49' 52.3" S 22° 14' 04.6"O e Rego d'Água (RA) 22° 15' 24.5" S 054° 49' 14.1"O (Figura 7).

A premissa básica utilizada foi que os coliformes termotolerantes servem de alimento para larvas de simulídeos (PAIVA, 2000). Buscou-se relacionar o número de coliformes termotolerantes com o aumento da densidade populacional de larvas de simulídeos. Desta forma, realizou-se a análise microbiológica nos seis principais criadouros com elevada quantidade de larvas nos córregos do município de Caarapó em relação aos quatro trechos dos córregos de Dourados onde haviam uma pequena quantidade de larvas de simulídeos, próximo aos locais em que anteriormente foram aplicados os questionários à população.

Para análise microbiológica utilizou-se um kit da marca ALFAKIT (Santa Catarina, Brasil). Este contém cartelas com meio de cultura em forma de gel desidratado que pode indicar a presença de coliformes totais e termotolerantes. As amostras de água foram recolhidas na superfície do córrego em recipiente esterilizado no volume de 100 mL de água. Imergiu-se a cartela microbiológica no recipiente com água, tendo o cuidado de tocar apenas na parte demarcada, aguardou-se aproximadamente 30 segundos, tempo suficiente para umedecer a cartela, em seguida retirou-a da amostra e o

excesso de água. Recolocou-se a cartela na embalagem plástica original e descartou-se a parte demarcada sem tocar no restante da cartela.

Para transporte a cartela microbiológica foi revestida em outra embalagem plástica, identificando-se o trecho amostrado e armazenando-a em uma caixa de isopor resfriada para o transporte até o Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD. No laboratório a cartela foi incubada em estufa na temperatura de 36-37° C por 15 horas. Após a incubação, procedeu-se a contagem do número de colônias, considerando a contagem realizada nos dois lados da cartela. Para a identificação consideram-se os coliformes termotolerantes: pontos azuis - multiplicado por 100 e coliformes totais: pontos azuis e vermelhos multiplicados por 100. Dessa forma, realizou-se o mesmo procedimento e contagem para os demais trechos amostrados nas cartelas com água do trecho de coleta identificados os cursos d'água.

#### **4.5 LARVICIDA TEMEPHOS**

Temephos Fersol 500 CE, (Fersol, Brasil), Ingrediente Ativo: 50% Temephos, Tipo de Formulação: Concentrado Emulsionável, Composição: larvicida químico organofosforado, Excipientes: emulsificantes e solventes.

##### **4.5.1 Teste bioquímico para indicação da susceptibilidade ao larvicida Temephos**

As populações de simulídeos foram caracterizadas como susceptíveis (S) ou resistentes (R) ao inseticida químico organofosforado Temephos (Abate 500 CE) a partir de teste bioquímico para verificar a atividade de esterases segundo a metodologia de Andrade & Castello Branco Jr (1990) modificada de Pasteur & Georghiou (1981).

Para a realização do teste utilizou-se o extrato líquido de cerca de 100 larvas de último estágio (histoblastos desenvolvidos), formando um volume de aproximadamente 0,2 mL. As larvas foram esmagadas contra peneira de malha fina metálica e o extrato foi ressuspenso em 0,5 mL de água destilada. Com auxílio de tubo microcapilar foram formadas gotas da suspensão em papel filtro (Whatman nº 2), em seguida o papel foi submerso por 90 segundos em solução de 10 mL de alfa-naftil-acetato em 100mL de tampão fosfato pH 6,5 (solução A). Logo em seguida o papel filtro foi pressionado entre folhas de papel sulfite e transferido para uma solução de 0,3g do corante Fast-Garnett GBC salt em 100 mL de água (solução B) por 60 segundos. A reação de coloração foi então fixada tratando-se o papel filtro na solução de ácido acético a 1% por 15 segundos

(solução C) e colocados para secar para a análise visual. Para essa reação enzimática, manchas claras indicam atividade normal das esterases remetendo a uma susceptibilidade das larvas e manchas escuras indicam alta atividade das esterases indiciando resistência ao inseticida organofosforado. Esse teste bioquímico foi realizado em abril de 2012 com larvas obtidas do córrego Caarapó, localizado nas coordenadas 22° 35'35.27''S 054° 49'03.54''O.

#### **4.5.2 Bioensaio de susceptibilidade ao Temephos**

Para avaliação da susceptibilidade ao larvicida Temephos por meio de bioensaio utilizou-se a metodologia de rampas realizada “*in situ*” e descrita por Andrade & Castello-Branco Jr. (1991). Adotou-se como padrão a quantidade mínima de 100 larvas para cada calha. Foi utilizada uma telha ondulada transparente com dimensões 1,22m x 0,52m arranjada no próprio leito do córrego (submersas) de forma a permitir água corrente em 6 calhas, sendo utilizadas 3 como testemunha e 3 para a aplicação do larvicida. Na primeira avaliação foi aplicada a dose operacional de 0,5ppm i.a./10min e na segunda avaliação, uma concentração diagnóstica de 2,5ppm i.a./10 min. Com auxílio de um cronômetro e um balde graduado foi calculada a vazão na saída de cada onda da telha. As larvas coletadas nos substratos dos córregos foram transferidas manualmente para cada calha recoberta previamente por um tecido de algodão branco, melhorando assim a fixação e a visualização das larvas (Figura 1). Após a transferência das larvas aguardou-se o intervalo de 1 hora antes da aplicação do inseticida, para melhor fixação das larvas ao substrato artificial.

O produto utilizado foi o Temephos Fersol 500 CE (Fersol, Piracicaba, Brasil). Verificou-se a eficiência em termos de porcentagem final de mortalidade após 4 horas de aplicação do produto. As larvas foram estimuladas com a pinça e foram consideradas vivas aquelas que se retraíam. Para melhor avaliação da eficiência do produto, quanto à morte das larvas, foram fixados em cada onda da telha redes de tecido (voal) presos a um suporte de aço a fim de coletar e quantificar a quantidade de larvas mortas/desprendidas por calha após o tratamento com o organofosforado.

Foram realizados dois bioensaios nas calhas submersas e previamente colonizadas por larvas de simúlídeos, com as Concentrações Operacionais de Temephos 0,5 ppm i.a./10minutos e 2,5 ppm i.a./10 minutos. A avaliação da atividade larvicida em campo foi realizada em um trecho do córrego Caarapó-MS situado nas coordenadas: 22°



37°41.6'S 054° 50'44,7''O. Os bioensaios de toxicidade ocorreram em agosto de 2012 com a água do córrego à temperatura de cerca de 21°C.

#### **4.6 LARVICIDA VECTOBAC 12 AS (Bti)**

Vectobac 12 AS, (Valent Biosciences, USA), Ingrediente de ativo: 1,2% *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (1200 Bti UIT/mg): Tipo de formulação: solução concentrada, Composição: inseticida biológico, Excipientes: conservantes, cossolventes, tensoativo, espessante, emulsificante, anti-espuma.

##### **4.6.1 Avaliação do carreamento do produto a base de Bti, Vectobac 12 AS**

O cálculo das vazões de riachos e rios é importante para se determinar a quantidade de produto larvicida a ser aplicado nestes ambientes. O controle larval de simúldeos é baseado na aplicação de produtos químicos ou biológicos, por exemplo, aqueles à base de Bti, nos cursos de água por determinado tempo. Para tanto, assim é necessário o cálculo de vazão dos cursos para estimar o carreamento (alcance/transporte) do produto, com vistas à análise da eficiência do tratamento larvicida.

A avaliação do carreamento foi realizada em dois locais principais de foco de larvas (criadouros) em um trecho do córrego Caarapó e em um outro trecho do afluente do córrego Glória.

A vazão dos corpos d'água foi mensurada pela metodologia descrita em Andrade (2008), que consiste em medir o volume de água que passa em um determinado ponto do córrego, em um dado período de tempo. O cálculo pode ser realizado a partir da aplicação da equação abaixo:

$$Q = L \times P \times V \times a$$

Onde: **Q** é a vazão (m<sup>3</sup>/min.), **L** é a largura média de determinado trecho do rio em (m) é; **P** é a profundidade média do trecho (m); **V** é a velocidade média da água em (m/min), esta foi mensurada pela flutuação de um corpo semi-flutuante como uma bolinha de pingue-pongue parcialmente cheia de água; **a** é um fator de correção relativo ao substrato do fundo (sendo **a** igual a 0,9 para fundo de areia e terra, 0,8 para fundo de pedra e **a** igual a 0,85 para fundos mistos areia e pedra).

Os experimentos seguiram a padronização das medidas proposta pelo fabricante do TEKNAR, larvicida à base de *Bacillus thuringiensis israelensis*, Bti (SYNGENTA, s.d). A metodologia de aplicação do produto foi realizada de acordo com a orientação do fabricante para análise e propostas de alteração, caso seja necessária para aumento da eficácia do produto.

- a. Escolheu-se um trecho o mais regular possível, sem curvas, com 10 metros de comprimento;
- b. Com auxílio de uma trena mediu-se de margem a margem a largura do trecho, distando 1 metro de uma medida a outra. Fazer a média aritmética das medidas, somando todos os valores e dividindo pelo número de medidas (L) tomadas;
- c. A partir da margem mensurou-se a cada 20 cm a profundidade com o auxílio de uma régua (mm) e também utilizou-se com guia um cordão de 2 metros de comprimento previamente marcado com nós distando 20 cm um do outro. Repetiu-se este procedimento em todos os pontos onde foi calculada a largura. Realizou-se o cálculo da média aritmética desses valores, para obter o valor da profundidade média (P);
- d. Velocidade média (V) em m/seg. foi mensurada com auxílio de uma bolinha de pingue-pongue enchendo-a com 25 mL (aproximadamente 25 gramas) de água por uma seringa.

Colocaram-se estacas de madeira para marcação do trecho de 10 metros já selecionado anteriormente. Em cada estaca estabeleceu-se um observador, soltando-se o flutuador um pouco antes da primeira estaca e cronometrando-se o tempo que leva para percorrer o trecho de dez (10) metros. Repetiu-se a operação por cinco (5) vezes, e o valor médio das velocidades encontradas foi utilizado para o cálculo das vazões da água neste ambiente. Estes dados são importantes para o cálculo das doses dos inseticidas a serem aplicados. O cálculo da dose deve ser suficiente para matar as larvas de acordo com vazão previamente calculada. Para tanto, usa-se a equação a seguir:

$$\text{Volume do inseticida} = Q \times C$$

Onde:  $Q$ (m<sup>3</sup>/min.) e  $C$  é a concentração em ppm (mg/L).

O fabricante do Teknar pressupõe para cada faixa de vazão especifica-se um tipo de carregamento e a concentração específica do produto comercial. Estes valores são fornecidos por meio de tabelas dos fabricantes. Assim, a partir do cálculo da vazão pode

ser encontrada a concentração recomendada, e, portanto por cálculo a dose a ser aplicada no trecho do curso d'água. Completou-se a dose calculada com água até atingir três (3) litros. Com uso de um regador com bico calibrado para um minuto de margem a margem aplicou-se os três litros da solução (SYNGENTA, s/d).

A vazão dos cursos d'água foram calculadas a partir das medidas de largura, profundidade e vazão da água pela metodologia descrita acima. A Tabela 1 foi utilizada para a estimativa das distâncias médias de carreamento e concentração produto. Para a preparação do substrato, transferiu-se manualmente as larvas para um suportes de dimensões de 22 cm x 16 cm previamente forrado com tecido de algodão claro. Estes foram distribuídos e identificados ao longo do córrego até a distância estimada pela Tabela 1.

As larvas de simulídeos foram obtidas nos criadouros naturais com abundância de larvas. Após a coleta, transporte, transferência das larvas para a colonização dos substratos, pode-se realizar a aplicação do produto para análise da atividade larvicida e carreamento. Após a aplicação, aguardou-se tempo de 4 horas e de 24 horas para leitura da mortalidade larval dos substratos. As larvas que permaneciam no substrato foram estimuladas com uma pinça para identificação das larvas vivas e mortas, e as que não se retraíam bem como as moribundas foram contabilizadas como mortas.

**Tabela 1:** Recomendações de catálogo para o produto Teknar a base de Bti (1.200 ITU/mg) de acordo com a vazão dos riachos e carreamentos previstos.

Vazão (m <sup>3</sup> /min)	Concentração (ppm)	Carreamento (m)
0,01- 0,16	-	-
0,17- 0,31	50	50
0,32 - 0,62	50	60
0,63 - 1,25	45	75
1,26-2,50	40	125
2,51-5,00	30	250
5,01-10,0	20	500
10,1-15,0	15	750
15,1---∞	12	1.000

Fonte: Divisão de Zoonoses e vetores da secretaria de Saúde e meio ambiente do Rio Grande do Sul. Simulídeos: Programa Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil, 2006 e SYNGENTA, s.d. (\*) ITU (international toxic units). \*\*Para transformar a vazão 1m<sup>3</sup> para litro (L) multiplica-se por 1000

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

No mês de janeiro de 2012 foram aplicados os questionários em Dourados e Caarapó, municípios de Mato Grosso do Sul. Em Dourados foram entrevistadas 119 pessoas dentro do perímetro urbano, destas 34 (28,6%) reclamaram do incômodo causado pelas picadas de simulídeos. Em Caarapó foram entrevistadas 128 pessoas em uma área urbana, destas 120 (93,7%) reclamaram das perturbações causadas pelos simulídeos (Anexo II). Portanto, a área de estudo delimitada foi o município de Caarapó, MS.

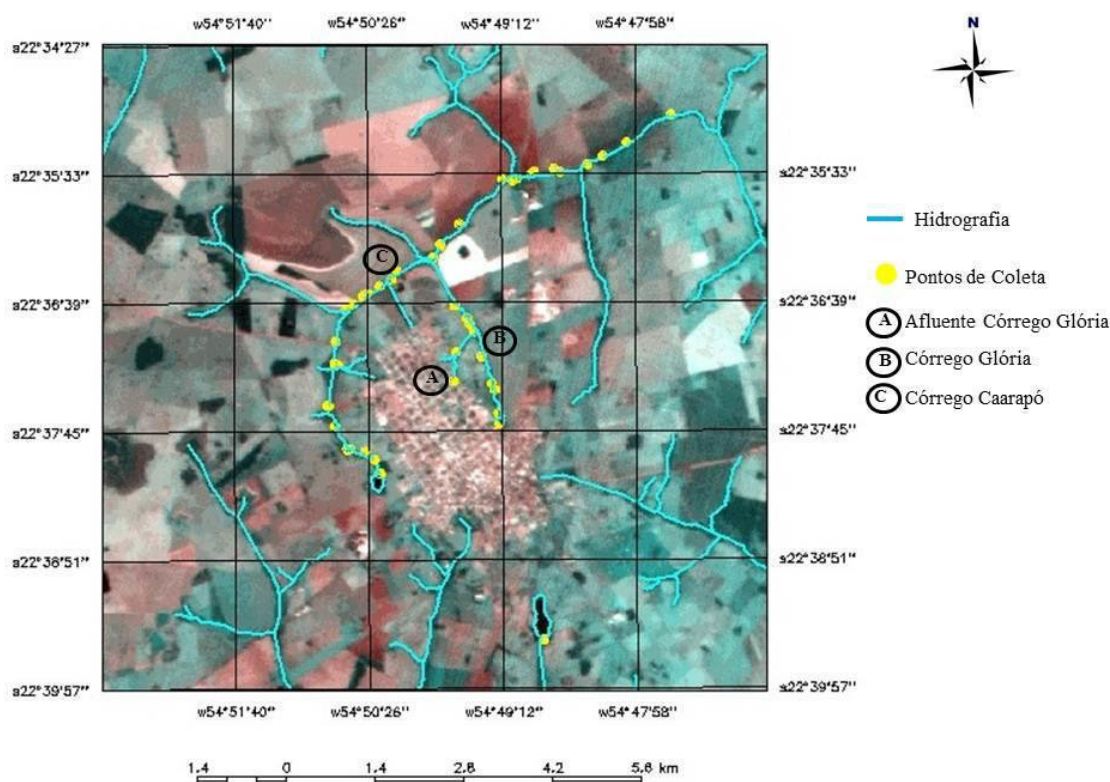
De acordo com os dados do IBGE (2012) o município de Dourados possui uma população estimada de 200.729 habitantes, sendo a 2<sup>a</sup> cidade mais populosa do estado, com uma área de 4.086 km<sup>2</sup>. O município de Caarapó é o 15<sup>o</sup> mais populoso do estado com 26.532 habitantes, sendo 7,5 vezes menos populoso em relação a Dourados, com uma extensão de 2.090 km<sup>2</sup>. Ambos apresentam fragmentos dos biomas Cerrados e Mata Atlântica. As atividades econômicas dos municípios de Dourados e Caarapó são basicamente a agropecuária, o comércio e a indústria. O município de Caarapó é circundado por diversos córregos (Figura 5). Apesar dos ataques de borrachudos serem intensos, não há registro de ações de controle, manejo ou tratamentos para a redução populacional de borrachudo e/ou redução dos ataques à população.

Outro aspecto que pode ser percebido durante as entrevistas é que parte considerável dos entrevistados não sabiam discernir entre borrachudos (simulídeos) e os mosquitos (culicídeos). Durante as entrevistas foram demonstradas imagens aos entrevistados para explicação das diferenças morfológicas, hábitos e comportamento entre os insetos para a distinção. A maioria dos entrevistados possuíam conceitos errôneos a respeito dos criadouros e hábitos dos simulídeos, grande parte das pessoas respondiam que os criadouros eram no mato, casas com acúmulo de lixo e quintal não cuidado ou terrenos abandonados com entulho.

Diante do exposto verificou-se a necessidade de orientação em Educação Ambiental (Anexo III) para informação da população, uma vez que pessoas esclarecidas possuem mais autonomia para reivindicar seus direitos e assumir papel de protagonistas com participação mais ativa no meio em que vivem transformá-lo.

## 5.2 MAPEAMENTO DO CÓRREGO CAARAPÓ

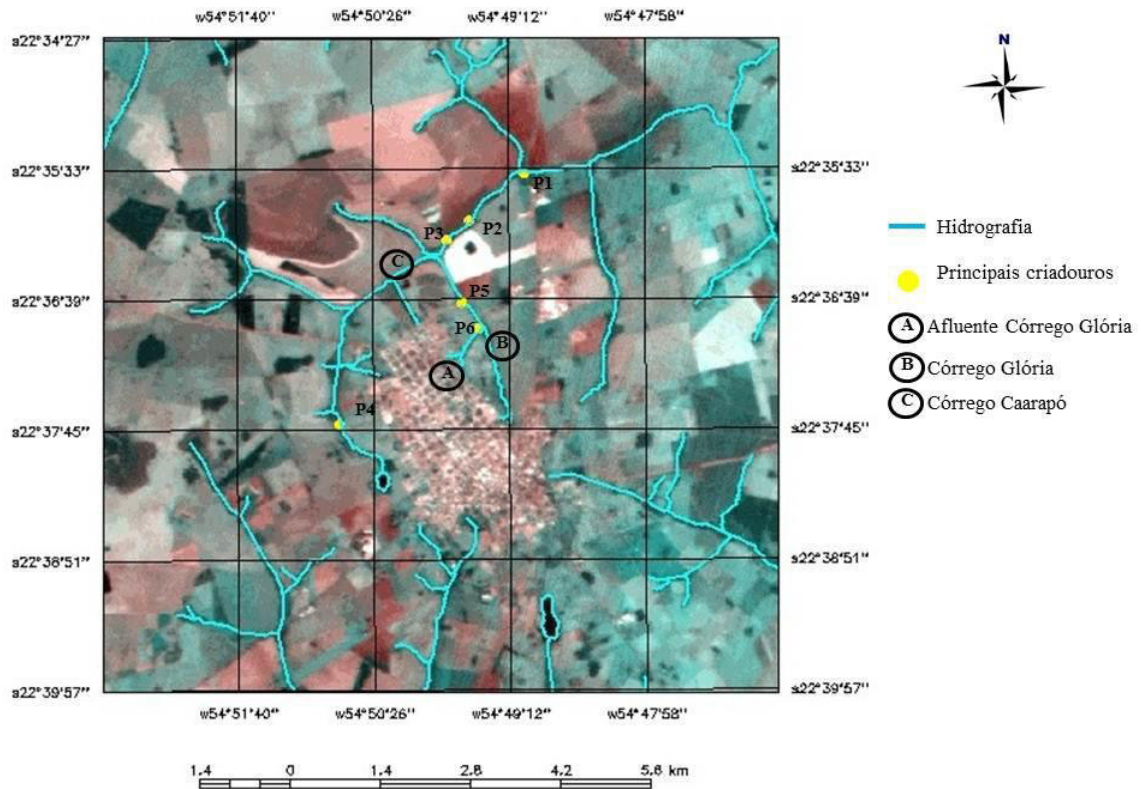
Diante da necessidade de controle/manejo de simulídeos, uma vez confirmados os incômodos causados à população através das análises dos questionários foi realizado o mapeamento dos criadouros dos insetos. Nos meses de março, abril e maio de 2012 foram inspecionados nos trechos amostrados nos córregos Caarapó, Glória e no afluente do córrego Glória a presença de criadouros de simulídeos. Ressalta-se que na maioria dos trechos inspecionados encontraram-se larvas e pupas de borrachudos, exceto em alguns trechos do córrego Glória onde não havia larvas e pupas de simulídeos, local onde foi encontrada uma quantidade exagerada de lixo, pneus e sacolas plásticas. Os trechos onde foram realizadas as buscas pelos principais criadouros de simulídeos nos córregos Caarapó, Glória e afluente do córrego Glória estão demonstrados na Figura 5.



**Figura 5:** Locais onde foram realizadas as buscas por principais criadouros de simulídeos (pontos amarelos) nos córregos; A) Afluente do córrego Glória; B) Córrego Glória; C) Córrego Caarapó e vertente de um balneário ao Sul da área urbana de Caarapó.

Durante o levantamento dos criadouros, pode-se notar que houve alguns trechos diferenciados pela alta densidade das formas imaturas de simulídeos e assim foram considerados trechos estratégicos para realização do controle (Figura 6). De todos

os locais inspecionados seis trechos foram selecionados e estão caracterizados e representados na Tabela 2.



**Figura 6:** Locais considerados estratégicos para a realização do controle de borrachudos, (pontos amarelos) em três cursos d'água no município de Caarapó, por apresentarem elevada quantidade de larvas (os pontos indicados foram georeferenciados e suas coordenadas estão disponíveis no anexo IV, bem como as fotos de cada ponto no anexo V).

É importante salientar que nos locais considerados estratégicos para a realização do controle de borrachudos (Figura 6) os substratos mais comuns encontrados colonizados pelas larvas e pupas de borrachudos foram pedras, vegetação marginal, tais como gramíneas (Anexo VI).

**Tabela 2:** Descrição dos principais locais com alta densidade de formas imaturas de simulídeos considerados pontos estratégicos para realização do controle.

<b>Córrego (Ponto)</b>	<b>Identificação</b>	<b>Descrição</b>
<b>Caarapó (1)</b>	Após a ponte, perímetro periurbano.	Localizado uns 2000 metros depois do efluente de um frigorífico, apresenta no entorno cultivo de culturas anuais. Fundo de pedra e areia.
<b>Caarapó (2)</b>	Ponte, perímetro periurbano.	Por estar situado abaixo da ponte recebe material particulado proveniente da auto estrada e também localiza-se após uma estação de tratamento de esgoto. Fundo de pedra e areia.
<b>Caarapó (3)</b>	Chácara, perímetro periurbano.	Com mata ciliar reduzida, presença de criação de suínos para consumo próprio próximo ao córrego, no entorno há cultivo de culturas anuais. Fundo de pedra.
<b>Caarapó (4)</b>	Sítio, perímetro urbano.	Com mata ciliar reduzida, apresenta gramíneas em alguns locais de seu leito, entrada direta de gado no córrego, entorno cultivo de milho. Fundo de argila e terra.
<b>Glória (5)</b>	Perímetro urbano.	Com mata ciliar reduzida e praticamente metade de seu leito é marcado pela presença de entulhos e lixo doméstico. Fundo de pedra e terra.
<b>Afluente do Glória (6)</b>	Perímetro urbano.	Apresenta mata ciliar reduzida e pequenas quedas d'água com uma quantidade considerável de larvas de simulídeos apenas nas quedas e logo após formam-se piscinas naturais de dimensões. Fundo de pedra e areia.

### 5.3 IDENTIFICAÇÃO DOS IMATUROS E ADULTOS COLETADOS

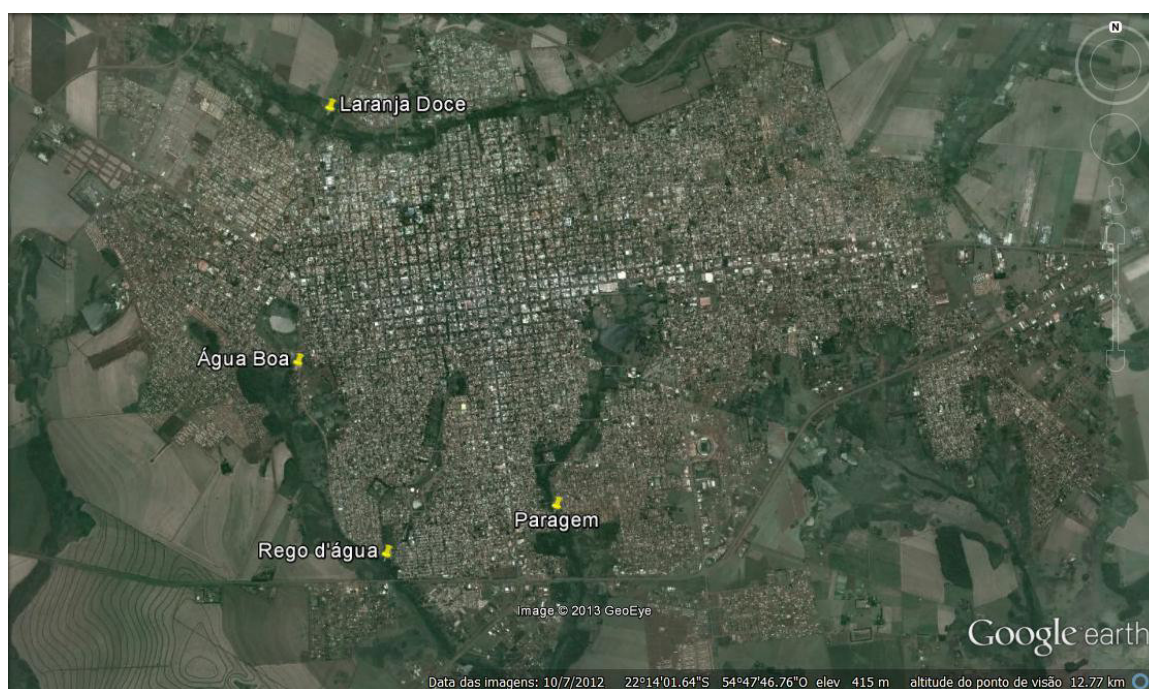
Foram realizadas coletas de larvas e pupas nos pontos 2, 4 e 5 dos córregos Caarapó e Glória (Tabela 2). Os adultos foram coletados durante o ato da hematofagia no afluente do córrego Glória, ponto 6, criadouro mais próximo da região onde ocorre intensa atividade e incômodo à população de Caarapó-MS (Tabela 2).

Dos insetos adultos coletados praticando a hematofagia foi identificado apenas à espécie *Simulium nigrimanum* Marcquart, 1838. As fases imaturas coletadas identificadas foram: *S. subpallidum*, *S. perflavum*, *S. subnigrum*, *S. inaequale* e *S. nigrimanum*; destas são espécies antropofílicas somente *S. nigrimanum* e *S. inaequale*. Mas de acordo com a proposta de novas sinonímias e correções no gênero *Simulium* de Py-Daniel (1989) *S. nigrimanum* Macquart, 1838 deve voltar a ocupar posição de espécies inquirendae. Das espécies identificadas em relação à abundância a espécie *Simulium nigrimanum* foi a dominante. Assim confirmou-se realmente que o incômodo

das picadas são geradas por simulídeos. Porém a hipótese inicial seria encontrar a espécie antropofílica mais comumente conhecida em outras regiões do Brasil, *Simulium pertinax*, entretanto, esta espécie não foi identificada nos locais amostrados.

#### 5.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DOS PRINCIPAIS CRIADOUROS DE SIMULÍDEOS EM DOIS CÓRREGOS DE CAARAPÓ E EM QUATRO CÓRREGOS DE DOURADOS

Os resultados das análises quantitativas de coliformes totais e termotolerantes realizados no dia dezessete de Agosto de 2012 nos córregos de Caarapó (pontos coletados 1, 2, 3, 4, 5 e 6 referentes à Tabela 2) e nos córregos: Laranja Doce (LD), Paragem (PG), Água Boa (AB) e Rego d'Água (RA) da região de Dourados-MS (Figura7), próximo aos bairros onde foram aplicados os formulários e entrevistas estão apresentados respectivamente nas Tabelas 3 e 4.



**Figura 7:** Locais onde foram realizadas as coletas de água para análise microbiológica nos córregos Laranja Doce (LD), Água Boa (AB), Rego d'Água (RA) e Paragem (P) em Dourados/MS.



**Tabela 3:** Parâmetros microbiológicos (UFC/100mL) da água em seis trechos com elevada densidade de larvas de simuliídeos referentes ao mapeamento dos córregos Caarapó (pontos 1, 2, 3, e 4), Glória (ponto 5) e do afluente do córrego Glória (ponto 6) na cidade de Caarapó, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Parâmetros microbiológicos	Ponto1	Ponto2	Ponto3	Ponto4	Ponto5	Ponto 6
Coliformes totais (UFC/100mL)	3,90x 10 <sup>4</sup>	4,44x10 <sup>4</sup>	9,71x10 <sup>4</sup>	N.I.*	41,24x 10 <sup>5</sup>	5,94x10 <sup>4</sup>
Coliformes termotolerantes (UFC/100mL)	1,22x10 <sup>4</sup>	1,56x10 <sup>4</sup>	1,82x10 <sup>4</sup>	N.I.*	4,70x 10 <sup>4</sup>	2,10x10 <sup>4</sup>

\*N.I.: Não Identificada.

**Tabela 4:** Análise microbiológica da água nos quatro córregos Laranja Doce (LD), Paragem (PG), Água Boa (AB), Rego d'água (RA) estudados na cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Parâmetros microbiológicos	LD	PG	AB	RA
Coliformes totais (UFC/100mL)	4,80 x 10 <sup>3</sup>	4,73 x 10 <sup>4</sup>	1,38 x 10 <sup>4</sup>	4,97 x 10 <sup>4</sup>
Coliformes termotolerantes (UFC/100mL)	1,60 x 10 <sup>3</sup>	8,70 x 10 <sup>3</sup>	5,50 x 10 <sup>3</sup>	4,18 x 10 <sup>4</sup>

Comparando-se os resultados obtidos nas tabelas 3 e 4 com a Resolução do CONAMA, nº357/2005, estes córregos dos municípios de Dourados e Caarapó enquadram-se na classe III, destinadas para o uso de recreação de contato secundário, ou seja, refere-se àquela associada à atividade em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingestão é pequena cuja classificação destes córregos se enquadra para Águas doces, Classe III. De acordo com esta classificação o padrão de qualidade de água para coliformes termotolerantes não deve exceder o limite de 2,5 x10<sup>3</sup>/100 mL. Pelos resultados das análises microbiológicas apresentados nas tabelas 3 e 4, a maioria dos pontos amostrados nos córregos de Caarapó e Dourados está acima do valor estabelecido pela resolução CONAMA (2,5 x 10<sup>3</sup>/100 mL).

Portanto, foi possível relacionar os trechos selecionados pelo mapeamento com a elevada densidade de larvas de simuliídeos em Caarapó com o alto número de coliformes termotolerantes e totais quando comparado com os córregos de Dourados, que apresentavam poucas larvas, uma vez que tanto os córregos de Dourados quanto os de Caarapó apresentaram um elevado número de coliformes termotolerantes. Portanto, este não é o único fator determinante responsável pela elevada densidade populacional

de simulídeos no município de Caarapó. Caso fosse, os córregos amostrados em Dourados também teriam um número significativo de simulídeos.

Pela presente análise microbiológica pode-se observar que no ponto 4 (Tabela 2), referente ao município de Caarapó, não foi identificada a presença de coliformes termotolerantes e totais, logo provavelmente há outras fontes de matéria orgânica neste local responsáveis por esta elevada quantidade de formas imaturas de simulídeos. De acordo com STRIEDER (2006) há uma relação direta da disponibilidade de matéria orgânica, que servem de alimento para as larvas, com o aumento de simulídeos associados aos fatores de desequilíbrio ambiental, tais como, retirada de mata ciliar, erosão do solo.

Verificou-se durante as análises que em alguns trechos do córrego Caarapó a presença de coliformes termotolerantes podem estar diretamente relacionado à presença de criação de suínos para consumo próprio localizado próximo ao leito do córrego, conseqüentemente os dejetos são lançados sem nenhum tratamento prévio no córrego. O lançamento de dejetos suínos e humanos sem tratamento adequado disponibiliza nestes ambientes uma fonte de alimentos para as larvas de simulídeos (PAIVA, 2000; STRIEDER, 2006). Além disto, o ponto 2 está localizado após uma estação de tratamento de esgoto e este pode ser um fator que contribui para elevada quantidade de larvas e pupas neste local, sendo mais uma fonte de alimento (Tabela 2).

## **5.5 LARVICIDA TEMEPHOS**

### **5.5.1 Teste bioquímico para indicação da susceptibilidade ao larvicida Temephos**

O Teste bioquímico para indicação da susceptibilidade a dos insetos ao larvicida a base de Temephos a partir da atividade de esterases foi realizado dia 17 de abril de 2012 com larvas obtidas do córrego Caarapó, no ponto 2 referente ao mapeamento (Tabela 2). O padrão das manchas obtidas foi comparado a resultados obtidos de maneira semelhante por Andrade & Castello Branco Jr. (1990) em avaliações feitas no sudeste do Brasil. Através da análise do papel filtro obteve-se manchas escuras indicando resistência ao organofosforado Temephos (Figura 2).



**A) Soluções utilizadas no teste bioquímico b) Papel filtro com manchas escuras**

**Figura 8:** a) Soluções A, B e C utilizadas no teste de resistência a esterase. b) Manchas escuras formadas no teste do Papel filtro indicando resistência ao organofosforado Temephos nas larvas do Córrego Caarapó.

Pasteur & Georghiou (1981) relatam em seus estudos que a atividade de esterases varia em populações naturais de mosquitos. O estudo também relacionou que a resistência ao inseticida organofosforado é codificada por um alelo dominante de um gene específico inerente ao alelo (H), que está relacionado alta atividade de esterase em *Culex quinquefasciatus*. Este gene representa uma série de alelos com diferentes graus de expressão correlacionados com a atividade de esterases e logo, com a resistência. Os mecanismos de resistência ao organofosforado em simúlídeos (ANDRADE & JUNIOR, 1990), assim como em mosquitos estão correlacionados com a alta atividade de esterases (GUIRADO & BICUDO, 2009; ALVES et al., 2011).

Confirma-se no presente trabalho que este teste bioquímico do papel filtro pode ser um subsídio importante, simples e rápido para avaliações preliminares de populações quanto à sua resistência ao organofosforado mais empregado no controle de borrachudos no Brasil, permitindo que se considerem assim outras opções do controle. Entretanto, no presente estudo foram realizados complementarmente bioensaios em campo com esse larvicida químico para confirmação desses resultados.

É bem conhecido que um dos mecanismos de resistência ao organofosforado em simúlídeos (ANDRADE & CASTELLO BRANCO Jr., 1990), assim como em mosquitos estão correlacionados com a alta atividade de esterases (GUIRADO & BICUDO, 2009; ALVES et al., 2011; STRODE et al., 2012). Assim, Georghiou & Pasteur (1981) relatam em seus estudos que a atividade de esterases varia em populações naturais de mosquitos. Esse estudo também relacionou que a resistência ao inseticida organofosforado é codificada por um alelo dominante de um gene específico inerente ao alelo (H), que está relacionado à alta atividade de esterase em *Culex quinquefasciatus*. Este gene representa uma série de alelos com diferentes graus de

expressão correlacionados com a atividade de esterases e logo, com a resistência ao inseticida.

Os resultados obtidos no presente trabalho confirmam que o teste bioquímico do papel filtro é um subsídio importante, simples e rápido para avaliações preliminares da susceptibilidade ou resistência das populações aos inseticidas empregados no manejo de insetos vetores, principalmente em relação aos organofosforados, que são os inseticidas mais empregados no controle de simúlideos no Brasil. O teste permite que se considerem novas opções de controle e manejo, como por exemplo, a troca do inseticida, concentração operacional, periodicidade e até o modo de aplicação. Neste estudo foram realizados complementarmente bioensaios de susceptibilidade em campo para a confirmação dos resultados indicando resistência pela atividade das esterases.

### 5.5.2 Bioensaio de susceptibilidade ao Temephos

Através dos dados apresentados na Tabela 5, nota-se que a média da mortalidade foi baixa no controle, 0,98%, conforme o esperado. No primeiro tratamento utilizou-se uma concentração de 0,5 ppm i.a/ 10 min e a média da mortalidade obtida foi baixa 5,67%. Desta forma, comprovou-se a resistência ao Temephos. De acordo com Campos & Andrade (2002), a concentração máxima operacional recomendada para o produto a base de Temephos é de 0,1ppm i.a/10 min, logo utilizou-se uma concentração cinco vezes superior (5x) a concentração indicada para controle de simúlideos (0,5ppm i.a./10min.), visto que já suspeitava-se da resistência pelo resultado positivo obtido no teste bioquímico.

**Tabela 5:** Números e médias (Desvio Padrão) de larvas e percentual de mortalidade de larvas de simúlideos após 4 horas de aplicação de Temephos (0,5ppm i.a./10min.)

	Temephos (ppm)	n. de larvas vivas	n. de larva mortas	% mortalidade
Controle 1	0	133	1	0,75
Controle 2	0	120	1	0,83
Controle 3	0	147	2	1,36
Média	0	133,33	1,33 (0,58)	0,98 (0,33) a*
Tratamento 1	0,5	103	7	6,80
Tratamento 2	0,5	109	2	1,83
Tratamento 3	0,5	144	12	8,33
Média	0,5	111,67	7(5)	5,67 (3,40) a*

\* Médias seguidas de mesma letra e número não diferem estatisticamente entre si, Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados da média da mortalidade para o controle do segundo bioensaio de toxicidade foram baixos, 1,1% (Tabela 6). Entretanto, a média da mortalidade para o tratamento a uma concentração de 2,5 ppm i.a/ 10 min. foi de 44, 63%. Estes resultados mostram que, embora tenha sido utilizada uma concentração vinte cinco vezes (25x) superior à concentração operacional (0,1ppm i.a./10 min), o larvicida empregado não foi eficiente para matar nem 50% das larvas de simulídeos “in situ”.

**Tabela 6:** Números e médias (Desvio Padrão) de larvas e percentual de mortalidade de larvas de simulídeos após 4 horas da aplicação de Temephos (2,5ppm i.a./10 min.)

	<b>Concentração Temephos 2,5ppm</b>	<b>N. de larvas vivas</b>	<b>N. de larva mortas</b>	<b>% de Mortalidade</b>
Controle1	0	174	2	1,15
Controle 2	0	122	1	0,82
Controle 3	0	226	3	1,33
Média	0	174	2(1)	1,1(0,26) a*
Tratamento 1	2,5	151	69	65,71
Tratamento 2	2,5	168	65	29,76
Tratamento 3	2,5	105	58	38,41
Média	2,5	141	64 (5,57)	44,63 (18,76)b*

\* Médias seguidas de mesma letra e número não diferem estatisticamente entre si, Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos nos dois bioensaios de toxicidade para as Concentrações operacionais (0,5 e 2,5 ppm i.a/10 minutos) confirmam a resistência dos simulídeos ao Temephos neste ambiente. Salienta-se que não é feito nesse córrego o controle do inseto por moradores ou órgãos de controle de zoonose, entretanto, existem relatos semelhantes na literatura à esta situação encontrada de não controle populacional com inseticida químico, ou não emprego do organofosforado Temephos para controle de larvas de simulídeos, e a resistência foi encontrada nestes insetos mesmo em áreas onde esse ingrediente ativo nunca foi utilizado (CAMPOS & ANDRADE, 2002).

Pode-se, sugerir que a resistência diagnosticada possivelmente deve-se ao fenômeno da resistência cruzada com outros organofosforados através do uso de inseticidas químicos e/ou produtos agrícolas empregados nas fazendas próximas a estes córregos e/ou pela mobilidade dos insetos, ou seja, à migração de indivíduos de populações resistentes de outras localidades para áreas urbanas ou periurbanas.

No entanto, devido ao histórico do município, da utilização intensiva de defensivos em áreas agrícolas, que são carregados para os rios e riachos provavelmente esta resistência ao Temephos deve-se a resistência cruzada destes produtos agrícolas que são carregados para os cursos de água e ao longo dos anos podem pressionar biologicamente\geneticamente a seleção de indivíduos resistentes (OSEI-ATWENEBOANA et al, 2001; CAMPOS & ANDRADE, 2002; ADLER et al., 2010; MONTAGNA et al., 2012).

No município de Caarapó-MS a agricultura constitui-se em um importante setor da economia, há um histórico do uso intensivo de insetidas agrícolas, entre eles encontram-se os organofosforados, com a mesma classificação química do inseticida Temephos. Assim, as chuvas podem lixiviar estes insetidas ou resíduos das plantas e solo e transportá-los pelo sistema de drenagem para os córregos que são habitats de reprodução de simúldeos.

O uso inadequado (ininterrupto, intensivo e indiscriminado) de insetidas no ambiente gera por meio do histórico de pressão de seleção, favorecendo a seleção de indivíduos resistentes ou organismos mais adaptados com genes resistentes (KALINGA et al., 2007). Por esta razão, foi um pré-requisito fundamental determinar a resistência das populações de simúldeos ao larvicida Temephos no córrego Caarapó, antes de decidí-lo usar como ferramenta para o controle das espécies antropofílicas. Esta avaliação é importante para direcionar o manejo de simúldeos. De acordo com os resultados obtidos através dos bioensaios de toxicidade ao organofosforado, os quais apresentaram baixa eficiência, confirmam o elevado grau de resistência destes insetos a este larvicida mostrando que este não pode ser utilizado atualmente para controle larval de simúldeos no córrego Caarapó.

Em uma população de campo a resistência aos insetidas é influenciada por vários fatores, os principais são a pressão de seleção, as doses utilizadas, a falta da rotação do produto químico com outros ingredientes ativos e a frequência da aplicação do inseticida (BRAGA & VALLE, 2007). Os fatores ecológicos e biológicos que contribuem para a evolução da resistência são a alta taxa de reprodução das espécies associadas com a baixa mobilidade (MONTAGNA et al., 2012).

## 5.6 AVALIAÇÃO DO CARREAMENTO DO PRODUTO VECTOBAC 12AS A BASE DE BACILLUS THURINGIENSIS var. ISRAELENIS

As avaliações do carreamento do biolarvicida foram realizadas no córrego Caarapó e no afluente do córrego Glória. A primeira avaliação ocorreu no córrego Caarapó, situado nas Coordenadas: 22°37'41,7''S 054°50'44.2''O, em três dias consecutivos, 14, 15, 16 de setembro de 2012. A água apresentava uma temperatura de 23,0° C, pH 6,5 e o riacho estava com uma vazão de 1,42 m<sup>3</sup>/min e foi aplicada a concentração de 40 ppm de Vectobac 12AS pelo período de 1 minuto. O local do córrego Caarapó onde foi feita a avaliação do carreamento do produto à base de Bti está situado no perímetro urbano, possui muita vegetação nas margens, e também gramíneas no leito do córrego. O fundo nesse trecho é formado de argila e terra, com a presença de poucas pedras e pequenas piscinas rasas e há entrada de gado neste local.

A segunda avaliação foi realizada no afluente do córrego Glória, situado nas coordenadas 22° 37'16.44" S 54° 49'38.27" O, nos dias 28, 29, 30 de setembro de 2012. A água apresentava uma temperatura de 18,0° C, pH 7,5 e o riacho estava com uma vazão de 0,75m<sup>3</sup>/min. foi aplicada a concentração de 45 ppm de Vectobac 12AS pelo período de 1 minuto. O afluente do córrego Glória localiza-se no perímetro urbano apresenta barragem, mata ciliar reduzida, o fundo é de areia e pedra e caracteriza-se pela formação de várias quedas de água seguidas pela formação de piscinas naturais. Nas quedas de água havia uma grande quantidade de larvas, no entanto no decorrer do córrego foram encontradas poucas larvas.

**Tabela 7:** Avaliação do carreamento do produto Vectobac 12AS a 40ppm \min. no córrego Caarapó (1,42 m<sup>3</sup>/min), Caarapó-MS.

Número de larvas				
Distância da aplicação (m)	Vivas, antes da aplicação	Vivas (mortas)pupas após 4 horas	Vivas (mortas) pupas após 24 horas	% mortalidade após 4 horas
-30 (controle)	76	78 (0)0	101 (0) 0	0,0
30	85	8 (179)0	6 (69) 0	90,6
60	57	26 (26)0	7 (7) 7	54,4
90	58	21 (20)0	4 (0) 2	63,8
120	75	65 (0)0	2 (0) 1	13,3

Número de larvas vivas, mortas e porcentagem de mortalidade para o controle e para quatro distâncias abaixo da aplicação, leitura de larvas antes e após dois períodos da aplicação de Vectobac 12AS.

**Tabela 8:** Avaliação do carreamento do produto Vectobac 12AS a 45 ppm \min. no afluente do córrego Glória(0,75m<sup>3</sup>/min.), Caarapó-MS .

<b>Número de larvas</b>				
Distância da aplicação (m)	Vivas antes da aplicação	Vivas (mortas)pupas após 4 horas	Vivas (mortas) pupas após 24 horas	% mortalidade após 4 horas
-30 (Testemunha)	119	111(0)	37(31)0	6,7
20	63	4 (43 )	1(17 )1	93,7
40	55	10 ( 23)	0(6) 2	81,8
60	104	54 ( 30 )	1(11)2	48,1
75	80	41(7 )	1(40 )3	48,1

Número de larvas vivas, mortas e porcentagem de mortalidade para o controle e para quatro distâncias abaixo da aplicação, leitura de larvas antes e após dois períodos da aplicação de Vectobac 12AS.

Através dos dados apresentados na tabela 7 e 8 percebe-se que é possível realizar uma avaliação de carreamento apenas com 4 horas após a aplicação do produto, porque neste tempo a avaliação da mortalidade não é afetada de forma significativa pelo desprendimento das larvas. No entanto, as avaliações de carreamento realizadas com 24 horas após a aplicação do produto são acentuadamente prejudicadas pelo alto desprendimento das larvas.

Para a distância de 30 metros da aplicação do produto após o tempo de 4 horas houve um aumento do total de larvas (mortas e vivas é igual a 187) quando comparado com a quantidade de larvas antes da aplicação (85), isto deve-se ao fato deste substrato estar localizado próximo de gramíneas colonizadas com muitas larvas (Tabela 7). Assim neste intervalo de aplicação houve colonização deste substrato. Portanto foi possível realizar a avaliação do carreamento e estimar a porcentagem de mortalidade apenas no período de 4 horas após a aplicação indicando finalmente, que a concentração de 45ppm i.a., quando aplicada no período de 10 minutos tem um efeito de controlar na ordem de 90% as larvas de borrachudos.

Na continuidade desse trabalho este tempo de 4 horas será adotado, pois devido à ação das toxinas dos cristais de Bti, esse período já é suficiente para causar a morte por toxemia.



Os resultados permitiram verificar que as larvas mantidas como testemunhas apresentaram respectivamente nenhuma, ou baixa mortalidade (6,7%) para os córregos Caarapó e Glória. A avaliação do carreamento do produto à base de Bti permitiu valores de controle decrescentes conforme os pontos de avaliação se distanciavam do local da aplicação, de forma coerente com o esperado. Verificando-se que no córrego Caarapó, com vazão de  $1,42\text{m}^3/\text{min}$ , o carreamento foi maior do que no córrego Glória, com vazão praticamente metade daquela ( $0,75\text{m}^3/\text{min}$ ).

Do ponto de vista do controle de simuliídeos antropofílicos pode-se sugerir que a concentração avaliada 40 ppm pelo período de 10 minutos seria eficiente apenas para o primeiro trecho de 30 metros abaixo da aplicação para o córrego Caarapó, e assim concentrações ou tempo maiores de exposição teriam que ser avaliadas para um melhor carreamento. Em relação ao córrego Glória a concentração de 45 ppm para a distância de 20 metros da aplicação matou 93,7% das larvas, valor certamente insuficiente para um bom programa de controle. Assim devido à presença significativa de quedas d'água e piscinas naturais nesse trecho desse córrego propõe-se novas avaliações de concentrações e tempos de exposição maiores para a aplicação de Vectobac para melhor eficiência assim como já proposto nos trabalhos de SANTOS & LOPES (2010).

Diversos são os fatores que afetam o carreamento de produtos larvicidas para borrachudos, como aqueles à base de Bti, entre eles temos: a vazão, a temperatura da água, a condutividade, a turbidez, a abundância de algas planctônicas devem ser consideradas para a otimização de volumes do larvicida (RIVERS-MOORE, 2008).

Córregos ou rios podem ser classificados em dois grupos, os de alta vazão e os de baixa vazão. O carreamento e a concentração de Bti são fortemente influenciados pela vazão. Em alta vazão o carreamento do produto é alto atingindo elevado transporte e necessita de baixa concentração, no entanto córregos com baixa vazão o carreamento é baixo, sendo preciso concentrações maiores. Em córregos com uma baixa vazão são pequenas as distâncias que o produtos à base de Bti atingem controlando eficientemente as larvas, ou seja, produzindo uma resposta de 100% de mortalidade, isto deve-se ao fato do ingrediente ativo do produto ir sedimentando e ficando pelo caminho, reduzindo a concentração inicial aplicada, assim é necessário repetidas aplicações ao longo de um curso d'água de forma a restituir aquela concentração. Do mesmo modo, córregos que possuem fundo de areia, abundante vegetação marginal e plantas aquáticas retêm mais o produto do que aqueles formados com fundo de pedra, e sem vegetação. A fisionomia e

o relevo do fundo do córrego também afetam o transporte do produto, quanto mais acidentado é um córrego menor será o transporte do produto. As formulações do produto também influenciam seu carreamento (ANDRADE, 2008).

As estimativas do transporte do produto pelo fabricante são baseadas em modelos de água corrente uniforme. No entanto, em condições naturais cada córrego possui sua característica própria com irregularidades. Uma vez que produtos à base de Bti já são considerados eficientes como larvicidas, para um programa eficaz no controle de simuliídeos é necessário um melhor aproveitamento do produto por meio de estratégias de aplicação (SANTOS & LOPES, 2010).

As piscinas naturais (remansos) são provenientes de elevadas ou pequenas quedas água, logo há a formação de remansos respectivamente com maior ou menor profundidade. Piscinas rasas são formadas por pequenas quedas de água e apresentam uma maior velocidade de água. Porém em piscinas com maior profundidade há um fluxo de água na direção vertical e horizontal com saídas de água pelas bordas superior do remanso, logo a velocidade da água é menor. Além disto, há situações após uma corredeira em que há remansos com água praticamente parada formada por piscinas sem pedras no fundo. Estas situações também influenciam o carreamento dos produtos biolarvicidas (SANTOS & LOPES, 2010).

A temperatura da água influencia o comportamento alimentar das larvas de simuliídeos, visto que a atividade alimentar é mais lenta em águas mais frias. Mesmo assim realizam-se tratamentos no inverno para se obter populações menores no verão (TUBBS, 2011). O aumento de partículas suspensas na água pode ser problemático no controle de simuliídeos, visto que podem levar a uma diminuição na habilidade de larvas em capturar partículas de Bti ou inibir a ativação da toxinas ou chegar aos receptores no intestino (OVERMYER et al., 2006) .

Uma constatação importante para programas de controle são as determinações dos intervalos de tempo para as aplicações dos larvicidas (RIVERS-MOORE, 2008). Palmer et al. (1995) através de seus estudos recomendaram aplicações de Bti em diferentes intervalos de dias de acordo com a temperatura de água. De modo geral a recomendação foi realizar aplicações em um pequeno intervalo de dias no verão e no inverno as aplicações devem ocorrer em maiores intervalos de dias, ou seja, no verão é necessário realizar mais aplicações do produto e no inverno menos aplicações. Os intervalos de tempo entre os tratamentos larvicidas dependem da taxa de

desenvolvimento larval, e estas são fortemente influenciadas pela temperatura. CAMPOS & ANDRADE (1999) relatam que a duração do ciclo de vida dos simuliídeos varia de acordo com o clima, em regiões mais quentes o ciclo de vida é mais curto e em regiões mais frias o ciclo é mais longo. Assim, pode-se assumir que no verão aplicações a cada duas semanas seriam suficientes e no inverno, poderiam ser espaçadas em 3 semanas.

O controle biológico de simuliídeos pelo uso de produtos à base de Bti é uma ótima opção, uma vez detectada a resistência ao Temephos. As avaliações da eficiência do controle populacional do inseto por Bti são mais reprodutíveis quando realizadas em campo. Pois, a eficiência deste controle está diretamente relacionada a fatores bióticos e abióticos, incluindo a susceptibilidade da população alvo, formulação empregada e características dos cursos d'água utilizados como criadouros (ANDRADE & CASTELLO BRANCO Jr, 1991; POLANCZYK et al., 2003).

## 6. CONCLUSÕES

Através da aplicação dos questionários pode-se identificar a área de estudo e, posteriormente localizar os principais trechos dos criadouros de simulídeos no perímetro urbano no município de Caarapó, Mato Grosso do Sul. Assim, houve a confirmação das reclamações das incômodas e intensas picadas de simulídeos afetando na qualidade da comunidade pesquisada.

As áreas dos leitos dos córregos Caarapó e Glória e seu afluente foram mapeados e identificados os principais criadouros de simulídeos. Esta é uma etapa importante para o reconhecimento dos locais de alta incidência e reprodução destes insetos, forma de estratégia para o controle das formas imaturas de simulídeos, que necessitam de tratamentos larvicida. Deste modo, reduz-se as áreas que não necessitam de controle e diminui os custos públicos.

Através da identificação das espécies antropofílicas incômodas à população; confirmou-se que as picadas são realmente causadas por simulídeos, sendo a espécie *Simulium nigrimanum* ocorre em maior abundância.

No Brasil, o controle de simulídeos tem-se baseado fundamentalmente no uso intensivo de larvicidas, produtos à base do organofosforado Temephos e/ou do *Bacillus thuringiensis* var. *israelenses* (Bti).

A análise microbiológica da água para coliformes termotolerantes não foi o único fator determinante para a elevada densidade populacional de simulídeos de córregos do município de Caarapó-MS;

É importante à investigação das fontes responsáveis pelo excesso de matéria quando refere-se ao controle populacional de simulídeos, visto que uma vez localizadas poderá haver ações de gestão ambiental de forma direta na diminuição de alimento para larvas de simulídeos, e logo um melhor controle de simulídeos através da redução de sua densidade populacional. Assim a análise microbiológica foi realizada com esta perspectiva de identificar uma das fontes de alimentos (coliformes termotolerante) para as formas imaturas deste inseto.

Os resultados obtidos pelo teste bioquímico de atividade de esterase indicou a resistência ao organofosforado Temephos, uma vez que foi confirmada com os bioensaios em campo, detectando-se a resistência a este larvicida no córrego Caarapó.

Analisando as avaliações do carreamento do Bti realizadas nos córregos Caarapó e no afluente do córrego Glória, assim faz-se necessário mais estudo para aprimorar a

metodologia de aplicação do produto ou ainda a realizações de novas avaliações com concentrações mais elevadas e tempo de exposição maiores, uma vez que o transporte do produto foi baixo. Bem como, pesquisas visando estratégias de liberação contínua do larvicida para que se alcance um melhor carregamento do produto.

A verificação da susceptibilidade das populações locais de simuliídeos aos larvicidas deve ser periodicamente testada para otimizar o controle para o uso correto destes produtos e a eficiência de estratégias integradas ao manejo. Assim, os resultados obtidos nesta pesquisa permitem sugerir um manejo integrado nos córregos da cidade de Caarapó-MS com tratamento larvicida de produtos à base de Bti aliado ao controle mecânico associado à Educação Ambiental dos bairros próximos aos ambientes lóticos, incluindo produtores rurais, para se obter melhores resultados no controle de simuliídeos. Portanto, os bioensaios periódicos, a Educação Ambiental e a recuperação de matas ciliares são estratégias importantes para beneficiar a comunidade afetada, visto que pode-se evitar gastos desnecessários dos recursos públicos e permitir o alerta, diagnóstico e monitoramento da resistência deste e dentre outros insetos, além de reduzir os impactos ambientais.

## 7. REFERÊNCIAS

- ADLER, P. H.;CHEKE, R.A.;POST, R. J. Evolution, epidemiology, and population genetics of black flies (Diptera: Simuliidae). Infection, Genetics and Evolution, 10(7): 846–865, 2010.
- ADLER, P.H.; MCCREADIE, J.W.; Black Flies (Simuliidae). In: GARY, R.M. & LANCE, A.D. Medical and Veterinary Entomology. Segunda edição. Elsevier: 189-206, 2009.
- ALVES, S. N.; TIBÚRCIO J. D. ; MELO, A. L. de. Suscetibilidade de larvas de Culex quinquefasciatus a diferentes inseticidas. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 44 (4): 486-489, 2011.
- ANGELO; E. A.; VILAS-BÔAS, G. T.; CASTRO-GÓMEZ, R. J. H. Bacillus thuringiensis: características gerais e fermentação. Semina: Ciências Agrárias, 31(4): 945-958, 2010.
- ANDRADE, C. F. S. CASTELO BRANCO JR, A.C.B. Methods for field detection of resistance to Temephos in simuliids. Larval esterase level and topical application of the insecticide to adults. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 85(3): 291-297, 1990.
- ANDRADE, C. F. S.; CASTELO BRANCO JR, A.C.B. Susceptibilidade de populações de Simulium (Chirostilbia) pertinax Kollar, 1832 (Culicomorpha, Simuliidae) ao Temephos e a um formulado à base de Bacillus thuringiensis var. israelensis. Revista Saúde Pública, 25(5): 367-70, 1991.
- ANDRADE, C.F.S. Using B. thuringiensis subsp. israelensis (Bti) in blackflies control programs in south and southwestern Brazil. Satellite symposium: mosquito vector borne tropical diseases and biological control.3<sup>rd</sup> course: implementation of biological control f mosquitoes using bacterial bioinsecticides, 2003.
- ANDRADE, C. F S. 4<sup>th</sup> Course: implementation of biological control of mosquitoes using bacterial bioinsecticides. 2<sup>nd</sup> satellite symposium: mosquito vector borne tropical diseases and biological control. Resumo de palestra: Bacillus thuringiensis var. israelensis no manejo de mosquitos: dengue – febre amarela – Culex e borrachudos. Zoologia/IB UNICAMP, 2004.
- ANDRADE, C.F.S. Controle biológico de borrachudos – dosagens de produtos à base de Bacillus thuringiensis var. israelenses - UNICAMP, Instituto de Biologia, Departamento de Zoologia, Campinas, 2008. Site Ecologia Aplicada, 19pp. Conteúdo disponível em: [http://www.ib.unicamp.br/profs/eco\\_aplicada/](http://www.ib.unicamp.br/profs/eco_aplicada/). Acesso realizado em 10 nov. 2011.
- ARAÚJO-COUTINHO, C. J. P. da C.; CUNHA, A. B. P. V. de; SERRA-FREIRE, N. M.; MELLO, R. P. de Evaluation of the Impact of Bacillus thuringiensis Serovar israelensis and Temephos, Used for the Control of Simulium (Chirostilbia) pertinax Kollar, 1832(Diptera, Simuliidae) on the Associated Entomofauna, Paraty, State of Rio de Janeiro, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 98(5): 697-702, 2003.

- ARAÚJO-COUTINHO, C. J. P. C.; FIGUEIRÓ, R.; VIVIANI, A. P.; NASCIMENTO, E. S. AND CAVADOS, C. F.G. A Bioassay Method for Black Flies (Diptera: Simuliidae) Using Larvicides. *Neotropical Entomology*, 34(3):511-513, 2005.
- ARMSTRONG, J. L.; ROHRMANN, G. F. AND BEAUDREAU, G.S. Delta Endotoxin of *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis*. *Journal of Bacteriology*, 161(1):39-46, 1985.
- BEER, C. de; GREEN, K. K. Survey of blackfly (Diptera: Simuliidae) annoyance levels and abundance along the Vaal and Orange Rivers, South Africa. *JSAVA: Journal of the South African Veterinary Association*, 83(1): 47-52, 2012.
- BERTAZO, K.; SANTOS, C.B.; PINTO, I.S.; FERREIRA, A.L.; FALQUETO, A. PEPINELLI, M. Distribuição de espécies de borrachudos (Diptera: Simuliidae) Espírito Santo, Brasil. **Biota Neotrop.** 10(3): 2010. <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n3/pt/abstract?article+bn02110032010>. Acesso em: 25 de jul. 2012.
- BRAVO A.; GILL, S. S.; SOBERON, M. Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. Elsevier: *Toxicon*, 49(4), 423–435, 2007.
- BRAGA, I.A; VALLE, D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 16(4):279-293, 2007.
- BORROR, D.J.; DeLONG, D.M. Introdução ao estudo dos insetos. São Paulo. Ed. Blücher, 1988, 653 p.
- CAHAN, R.; FRIMANAND, H.; NITZAN, Y. Antibacterial activity of Cyt1Aa from *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis*. *Microbiology* 15(Pt11)4, 3529–3536, 2008.
- CAMPOS, J. G.; ANDRADE, C.F.S. Aspectos da Entomologia Médica e Veterinária dos borrachudos (Díptera, Simuliidae) - Biologia, Importância e Controle. *LECTA, Bragança Paulista*, 17(1), 51-65, 1999.
- CAMPOS, J. G. & ANDRADE, C.F.S. Considerações sobre os simulídeos (Diptera, Nematocera) e o seu controle. *Entomologia y Vectores*, 8(1) :27-50, 2001.
- CAMPOS, J. G. & ANDRADE, C. F. S. Resistência a inseticidas em populações de *Simulium* (Díptera, Simuliidae) \Insecticide resistance in *Simulium* populations (Diptera, Simuliidae). *Cadernos de Saúde Pública*, 18(3), 661-671, 2002.
- CAMPOS, J. G. Estudos cromossômicos em populações de *Simulium* (*Chirostilbia*) *pertinax* (Díptera Simuliidae). Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas e Estrutural) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1997. 85p.
- CAPORRINO, M. C.; GUTIÉRREZ, M. J. I.; ANDRADE, C.F.S, 2005. ESTUDO: Morfologia Bucal e Comportamento Alimentar do Piolho (Anoplura) – Vamos ensinar as crianças corretamente.
- CAVADOS, C. F. G.; MAJEROWICZ, S.; CHAVES, J. Q.; ARAÚJO-COUTINHO, C. J. P. C.; RABINOVITCH, L. Histopathological and Ultrastructural Effects of endotoxins of *Bacillus thuringiensis* Serovar *israelensis* in the Midgut of *Simulium*

pertinax Larvae (Díptera, Simuliidae). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 99(5): 493-498, 2004.

CESÁRIO, R. A.; NASCIMENTO, E. S.; VALENTE, A. C. S.; MARCHON – SILVA, V.; MAIA – HERZOG, V. Aspectos da sazonalidade dos simulídeos (Diptera: Simuliidae) e das condições abióticas de seus criadouros na bacia hidrográfica do rio Tocantins-Araguaia sob influência da usina hidrelétrica de São Salvador, região Centro-Oeste, Brasil. Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, 13 a 17 de Setembro, 1-4, 2009.

COLBO, M. H.; WOTTON, R.S. Preimaginal black fly bionomics. In: LAIRD, M. Black flies: the future for biological methods in integrated control. London: Academic Press, 209- 235, 1981.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf)> Acesso em 29/10/2012.

CORRÊA, R. F. T., ARDISSON-ARAÚJO, D. M. P., MONNERAT, R. G.; RIBEIRO, B.M. Cytotoxicity Analysis of Three *Bacillus thuringiensis* subsp. israelensis d-Endotoxins towards Insect and Mammalian Cells. PLoS ONE, 7(9): 1-9, 2012.

CORRÊA, R. F. T., 2012. Avaliação da toxicidade de proteínas Cry e Cyt de *Bacillus thuringiensis* subsp. israelenses para diferentes linhagens de células de inseto e de mamífero. Tese (Doutorado em Biologia Molecular), Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 126 p.

CROSSKEY, R.W. 1990. The natural history of blackflies. John Wiley & Sons Ed. London, 771 p.

ERNANDES, S.; BIANCHI, V. L. D. and MORAES, I. de O. Evaluation of two different culture media for the development of biopesticides based on *Bacillus thuringiensis* and their application in larvae of *Aedes aegypti*. Acta Scientiarum Technology Maringá, 35(1): 11-18, 2013.

FREDEEN, F. J. H. A review of the economic importance of black flies (Simuliidae) in Canadá. Quaestiones Entomologicae, 13(3), 219–229, 1977.

GAMBARRA, W. P. T. Tecnologias de georreferenciamento e genética molecular aplicadas à avaliação da resistência de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera: culicidae) ao Temefós. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental), Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba 2010. 90 f.

GUIRADO, M. M.; BICUDO, H. E. M. de C. Alguns aspectos do controle populacional e da resistência a inseticidas em *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). Bepa 6 (64):5-14, 2009.

HABIB, M. E. M. Uma política para o Controle de Borrachudos no Brasil. Seminário sobre Insetos e Ácaros. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 3:99-102, 1989.

HAMADA, N., MARDINI, L.B.L. Simuliidae (Borrachudos, piuns) In: MARCONDES, C.B. Entomologia Médica e Veterinária. Segunda edição. Atheneu, 2011.



- HAMADA, N.; COSTA, W. L. S.; DARWICH, S. M. Notes on artificial substrates for black fly (Diptera: Simuliidae) larvae and microsporidian infection in Central Amazonia, Brazil. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 26(3):589-593, 1997.
- HEMINGWAY, J and RANSON, H. Insecticide resistance in insect vectors of human disease. *Annual Review of Entomology*, 45:371–391, 2000.
- HOERAUF, A.; MAND, S.; VOLKMANN, L.; BÜTTNER, M.; MARFODEBREKYEI, Y.; TAYLOR, M.; ADJEI, O; BÜTTNER, D.W. Doxycycline in the treatment of human onchocerciasis: kinetics of Wolbachia endobacteria reduction and of inhibition of embryogenesis in female Onchocerca worms. *Microbes and Infection*, 5: 261–273, 2003.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas populacionais para os municípios brasileiros em 01.07.2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2012/default.shtm> . Acesso em 01.12.2012.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Vulnerabilidade Ambiental. Rozely Ferreira dos Santos, organizadora. – Brasília: MMA, 2007.192p. Disponível em: [http://www.inpe.br/crs/geodesastres/conteudo/livros/Vulnerabilidade\\_ambiental\\_desastres\\_naturais\\_ou\\_fenomenos\\_induzidos\\_MMA\\_2007.pdf](http://www.inpe.br/crs/geodesastres/conteudo/livros/Vulnerabilidade_ambiental_desastres_naturais_ou_fenomenos_induzidos_MMA_2007.pdf). Acesso em: 07.02.2013.
- JAMNBACK H. Recent Developments in control of blackflies. *Annual Review of Entomology*, 18, 281-304, 1973.
- KALINGA, A. K.; MWEY, C. N.; BARRO, T.; MAEGGA, B. T. A. Susceptibility of Simulium damnosum complex larvae to Temephos in the Tukuyu onchocerciasis focus, southwest Tanzania. *Tanzania Health Research Bulletin*, 9(1): 19-2, 2007.
- LIRA, A. F. Estudos da cinética de inibição anticolinesterásica por dialquilfosforamidas. Dissertação (Mestrado em química orgânica), Rio de Janeiro, 2010, 59 p.
- MARDINI, L.B.L.F.; TORRES, M. A. N.; SILVEIRA, G. L. da; ATZ, A. M.V. Simulium spp. Control Program in Rio Grande do Sul, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95(1): 211-214, 2000.
- MARDINI, L.B.L.F.; TORRES, M. A. N. Programa Estadual de Controle de Simulídeos-RS. O Borrachudo: Biologia, Ecologia e Controle. Secretaria de Saúde e Meio Ambiente. 2º ed. rev. amp. Porto Alegre, EMATER-RS; SSMA, 1998.
- MARTINS, M.; PESSOA, F.A.C.; MEDEIROS, M. B.; ANDRADE, E.V; MEDEIROS, J.F. Mansonella ozzardi in Amazonas, Brazil: prevalence and distribution in the municipality of Coari, in the middle Solimões River. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 105(3): 246-253, 2010.
- MEDEIROS, J.F.; PY-DANIEL, V.; BARBOSA, U.C.; OGAWA, G. M. Ocorrência da Mansonella ozzardi (Nematoda, Onchocercidae) em comunidades ribeirinhas do rio Purus, Município de Boca do Acre, Amazonas, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 25(6):1421-1426, 2009.

- MONTAGNA, C. M.; GAUNA, L. E.; D'ANGELO, A. P. de; ANGUIANO, O. L. Evolution of insecticide resistance in non-target blackflies (Diptera: Simuliidae) from Argentina. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 107(4): 458-465, 2012.
- MORAES, M.A.P., SHELLEY, A.J.; DIAS, A.P.A.L. O Foco brasileiro de oncocercose: Novas Observações feitas nas áreas dos rios Mucajaí e Catrimâni, Território de Roraima. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 81(1):105-109, 1986.
- MOREIRA, G.R.P.; PEGORARO, R.A.; SATO, G. Influência de fatores abióticos sobre o desenvolvimento de *Simulium nogueirai* D'Andretta & González em um córrego da Mata Atlântica. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. 23, 1994.
- MYBURGH, E & NEVILL, E. M. Review of blackfly (Díptera: Simuliidae) control in South Africa, *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 70:307–317, 2003.
- OVERMYER, J. P.; STEPHENS, M. S; GRAY, E. W.; NOBLET, R. Mitigating the effects of the green alga *scenedesmus quadricauda* on the efficacy of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* against larval black flies. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 22(1):135–139, 2006.
- OSEY-ATWENEBOANA, M.Y.; WILSON, M. D.; POST, R. J.; BOAKYE, D. A. Temephos-resistant larvae of *Simulium sanctipauli* associated with a distinctive new chromosome inversion in untreated rivers of south-western Ghana. *Medical and Veterinary Entomology*, 15, 113-116, 2001.
- PAIVA, D P. de; BRANCO, E. P. O borrachudo: noções básicas de biologia e controle. *Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, Circular técnica*, 23, 2000.48p.
- PALMER, R.W.; EDUARDES, M.; NEVILL, E. M. Timing of larvicide treatments for the control of Pest Black Flies (Diptera: Simuliidae) in a Semi-Arid Environment in South Africa. *Journal of Vector Ecology*, 21(1): 48-59, 1996.
- PASTEUR, N.; GEORGHIOU, G. P. Filter paper test for rapid determination of phenotypes with high esterase activity in organophosphate resistant mosquitoes. *Mosquito News*, 41(1):181-183,1981.
- PEPINELLI, M.. Checklist de Simuliidae (Insecta, Díptera) do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropical*, 11(1), 2011. Disponível em:<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1a1apt/abstract?inventory+bn0341101a.2011>. Acesso em: 04.12.2012.
- PEREIRA, K.L. Análise do perfil protéico do intestino médio de machos e fêmeas de *Anopheles Darling*, Root 1926 (Díptera: Culicidae), em diferentes condições alimentares. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007. 57f.
- PEREIRA, D. S.; NOGUEIRA, N. O. ; CANDIDO, A. de O. ; ALVES, P.; LEMES, E. de Q. Infestações de *Simulium pertinax* e suas relações com o desequilíbrio ambiental. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, 6(2): 49-61, 2012.
- PETRY, F. A. L.; LOZOVEI, M. E.; FERRAZ, NETO, L.G. dos S. Controle integrado de espécies de *Simulium* (Diptera, Simuliidae) por *Bacillus thuringiensis* e

manejos mecânicos no riacho e nos vertedouros de tanques de piscicultura, Almirante Tamandaré, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 48 (1):127-132, 2004.

PETRY, F. Aspectos biológicos de fertilidade e ciclo evolutivo de espécies de *Simulium* (Diptera, Simuliidae) e susceptibilidade de suas larvas em bioensaios laboratoriais com formulados de *Bacillus thuringiensis israelensis* em aparato elaborado. Dissertação (Mestrado em Microbiologia, Parasitologia e Patologia), Paraná, 2005, 91p.

PETRY, F., LOZOVEI, A. L.; CHAHAD-EHLERS, S. Eggs Fertility and Biological Aspects of the Life Cycle in Natural Populations of *Simulium* (Diptera, Simuliidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49(5): 799-805, 2006.

POLANCZYK, R. A.; GARCIA, M. de O.; ALVES, S. B. Potencial de *Bacillus thuringiensis israelensis* Berliner no controle de *Aedes aegypti*. *Revista Saúde Pública*, 37(6): 813-816, 2003.

PUCHI, N.D. Factores que afectan la eficacia y persistencia de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* sobre *Anopheles aquasalis* Curry (Diptera: Culicidae), vector de malaria en Venezuela. *Entomotropica* 20(3): 213-233, 2005.

PY-DANIEL, V. Novas sinonímias e correções em *Simulium* com a revalidação de *S. pruinosum* Lutz, 1904(Culicomorpha, Simuliidae). *Revista de Saúde Pública*, 23: 254-257, 1989.

RIVERS-MOORE, N.A; BANGAY, S.; PALMER, R. W. Optimisation of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Vectobac®) applications for the blackfly control programme on the Orange River, South Africa. *Water SA* 34(2):193-198, 2008.

RUAS NETO, A.; SILVEIRA, S.M. Uso de inseticidas bacterianos para o controle de culicídeos e simulídeos no Rio Grande do Sul. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 84:39-45, 1989.

SANTOS, F. P. dos; LOPES, J. Desenvolvimento de nova metodologia para aplicação de bioinseticidas no controle de borrachudos (Diptera: Simuliidae) em ribeirões com fluxo de água irregular. *Semana: Ciências Agrárias, Londrina*, 31(4): 1017-1030, 2010.

SES-Secretaria Estadual da Saúde. Centro Estadual de Vigilância em Saúde. Simulídeos: Programa Estadual - Rio Grande do Sul, Brasil: guia para orientação aos municípios sobre manejo integrado, controle e gestão de insetos da família simuliidae (Diptera, Nematocera) no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CEVS, 2006.

SHELLEY, A.J. Human onchocerciasis in Brazil: an overview. *Cadernos de Saúde Pública*, 18(5): 1167-1177, 2002.

SHELLEY, A.J. Simuliidae and the transmission and control of human onchocerciasis in Latin America. *Caderno de Saúde Pública*, 7(3):310-327, 1991.

SILVA, F.S. A importância hematofágica e parasitológica da saliva dos insetos hematófagos. *Revista Tropica – Ciências Agrárias e Biológicas*, 3(3): 3-17, 2009.

SILVA, M. da. Alternativas para a produção de bioinseticida Bti: uso do processo semicontínuo e do processo em estado sólido. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química na Universidade Federal de Santa Catarina) - Santa Catarina, 2007, 129p.

SIMOM, Y. G. Controle de simuliídeos: uma visão de gerenciamento. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Santa Catarina, 2000, 58p.

STEELMAN, C. D. Effects of external and internal arthropod parasites on domestic livestock production. *Annual Review Entomology*, 21, 155-178, 1976.

STEVE G. B. An investigation of sugar feeding by black flies (Diptera: Simuliidae). Dissertação (Master of Biology) - University St Catharines, Ontario, 1995. Disponível em: <[http://dr.library.brocku.ca/bitstream/handle/10464/1749/Brock\\_Burgin\\_Steve\\_1995.pdf.txt?sequence=3](http://dr.library.brocku.ca/bitstream/handle/10464/1749/Brock_Burgin_Steve_1995.pdf.txt?sequence=3)>.

STRIEDER, M.N.; CORSEUIL, E. Atividade de hematofagia em Simuliidae (Diptera, Nematocera), na Picada Verão, Sapiranga, RS-Brasil. *Acta Biológica Leopoldensia*, 14(2): 75-98, 1992.

STRIEDER, M. N., SANTOS, J. E. dos; VIEIRA, E. M. Distribuição, abundância e diversidade de Simuliidae (Diptera) em uma bacia hidrográfica impactada no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 50(1): 119-124, 2006.

STRODE C, de MELO-SANTOS. M. de, MAGALHÃES T, ARAÚJO, A., AYRES C. Expression Profile of Genes during Resistance Reversal in a Temephos Selected Strain of the Dengue Vector, *Aedes aegypti*. *PLoS ONE* 7(8):1-8, 2012.

SUCEN - Superintendência de Controle de Endêmias -. Aspectos bioecológicos de *Simulium* sp. Conteúdo disponível em: <<http://www.sucen.sp.gov.br/download/labcar/labcar4.pdf>>. 8p. Acesso realizado em 13 de dezembro de 2011 às 23:29 hs.

TUBBS, K. The effect of larval control of Black Fly (*Simulium vittatum* species complex) conducted in Winter Haborages. Manager twin Falls conty Pest Abatement district, 1-7, 2011.

WALSH, J.F. The feeding behavior of *Simulium* larvae, and the development, testing and monitoring of the use of larvicides, with special reference to the control of *Simulium damnosum* Theobald s.l. (Diptera: Simuliidae): a review. *Bulletin of Entomological Research*, 75(4): 549-594, 1985.

WHO/APOC) - World Health Organization/ African Programme for Onchocerciasis Control, 15 years of APOC 1995-2010. (2011). Disponível em: <http://www.who.int/apoc/onchocerciasis/ocp/en/> Acesso em: 23 de julho de 2012.

WOOD, D. M. Biting flies attacking man and livestock in Canada. Ottawa: Agriculture Canadá, 1985. 38 p.

## 8.0 APÊNDICE

### 8.1 APÊNDICE I: QUESTIONÁRIO REFERENTE ÀS ENTREVISTAS REALIZADAS EM CAARAPÓ E DOURADOS-MS.

FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA-Mestrado Ciência e Tecnologia Ambiental

AVALIAÇÃO IMPACTO POR MOSQUITOS E BORRACHUDOS Data: ...../...../.....

BORRACHUDOS (HUMANOS E ANIMAIS) FUNCIONÁRIO / PROPRIETÁRIO

Nome:..... Idade:..... Número de pessoas na área ( )

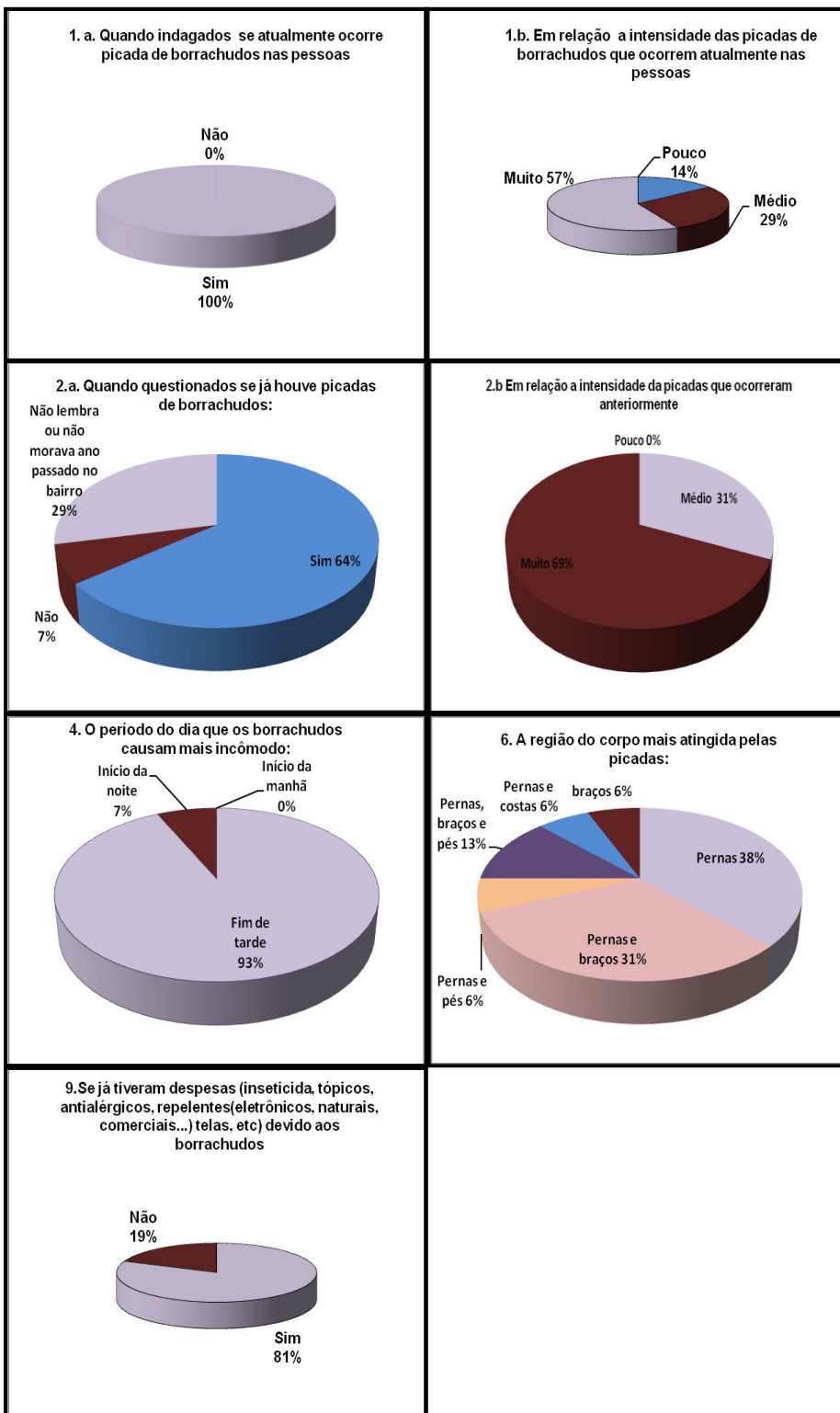
Propriedade:..... Município: .....

<b>HUMANOS ... NESSA PROPRIEDADE...</b>
1. Tem ocorrido <b>atualmente</b> picadas de borrachudos <b>NAS PESSOAS</b> ? ( ) Não ( ) Sim -> POUCO ( ) MÉDIO ( ) MUITO ( )
2. <b>Já teve</b> picadas de borrachudos? <b>NAS PESSOAS</b> ( ) Não ( ) Sim: -> POUCO ( ) MÉDIO ( ) MUITO ( )
3. Em qual período do ano você percebe o aumento do problema?
4. Em qual período do dia os BORRACHUDOS causam mais incômodo? ( ) Manhã; ( ) Noite; ( ) Tarde ( ) O dia todo ( ) .....
5. Qual é o número (estimado) de picadas por dia / período (acima escolhido)?
6. Qual a região do corpo é a mais atingida pelas picadas? .....;.....;.....;..... ; .....
7. O que as picadas causam? (DESCREVA):
8. Funcionários já tiveram que procurar FARMÁCIA( ), HOSPITAL( ) ou POSTO DE SAÚDE ( ) devido ao incômodo das picadas de BORRACHUDOS? ( ) Não ( ) Sim: Quem? .....; .....; .....; ..... Quantas vezes? (DESCREVA):
9. Já tiveram despesas (inseticidas, pomadas, tópicos, antialérgicos, repelentes (eletrônicos, naturais, comerciais...), telas, etc) devido aos BORRACHUDOS. (...) Não ( ) Sim (DESCREVA):
10. De onde V. acha que vem os BORRACHUDOS que aqui incomodam? 12. Qual período do dia você fica em casa ou na propriedade?

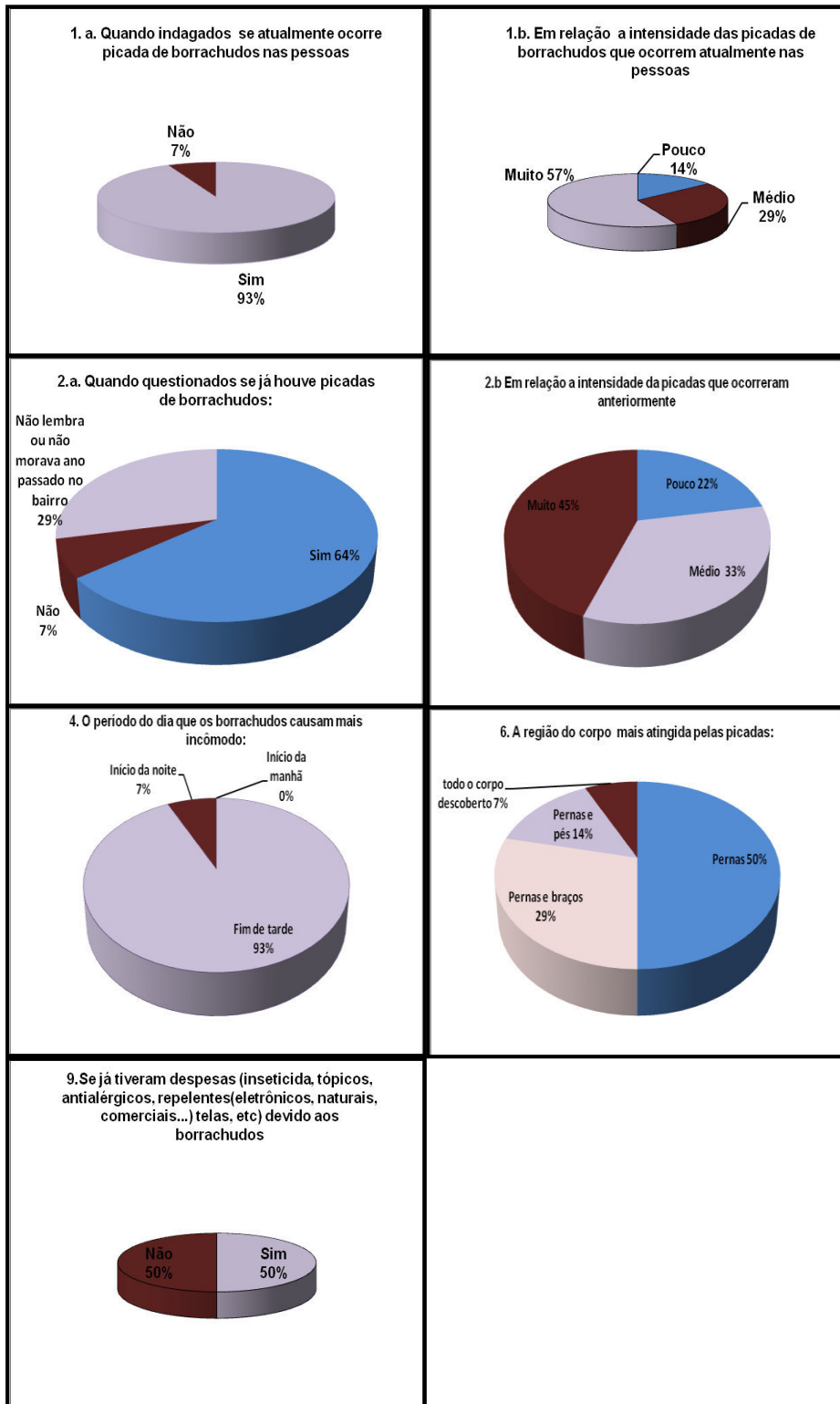


**8.2 APÊNDICE II: SELEÇÃO DE ALGUMAS QUESTÕES (1, 2, 4, 6 E 9) REFERENTE ÀS ENTREVISTAS EM CAARAPÓ-MS NO PERÍODO DE JANEIRO DE 2012.**

**Bairro:** Capitão Vigário 16 pessoas entrevistadas

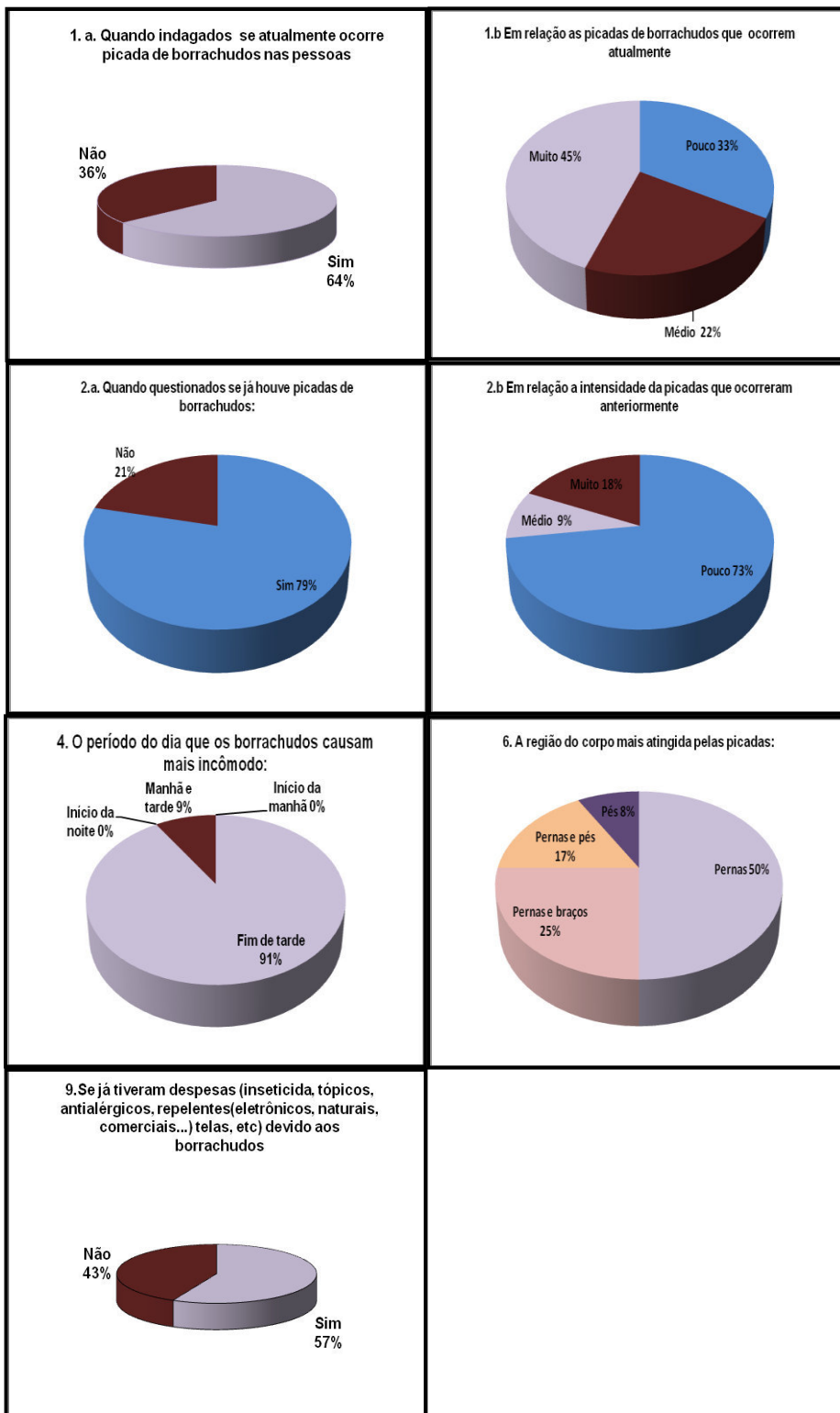


**Bairro:** Campo Dourado 15 pessoas entrevistadas.

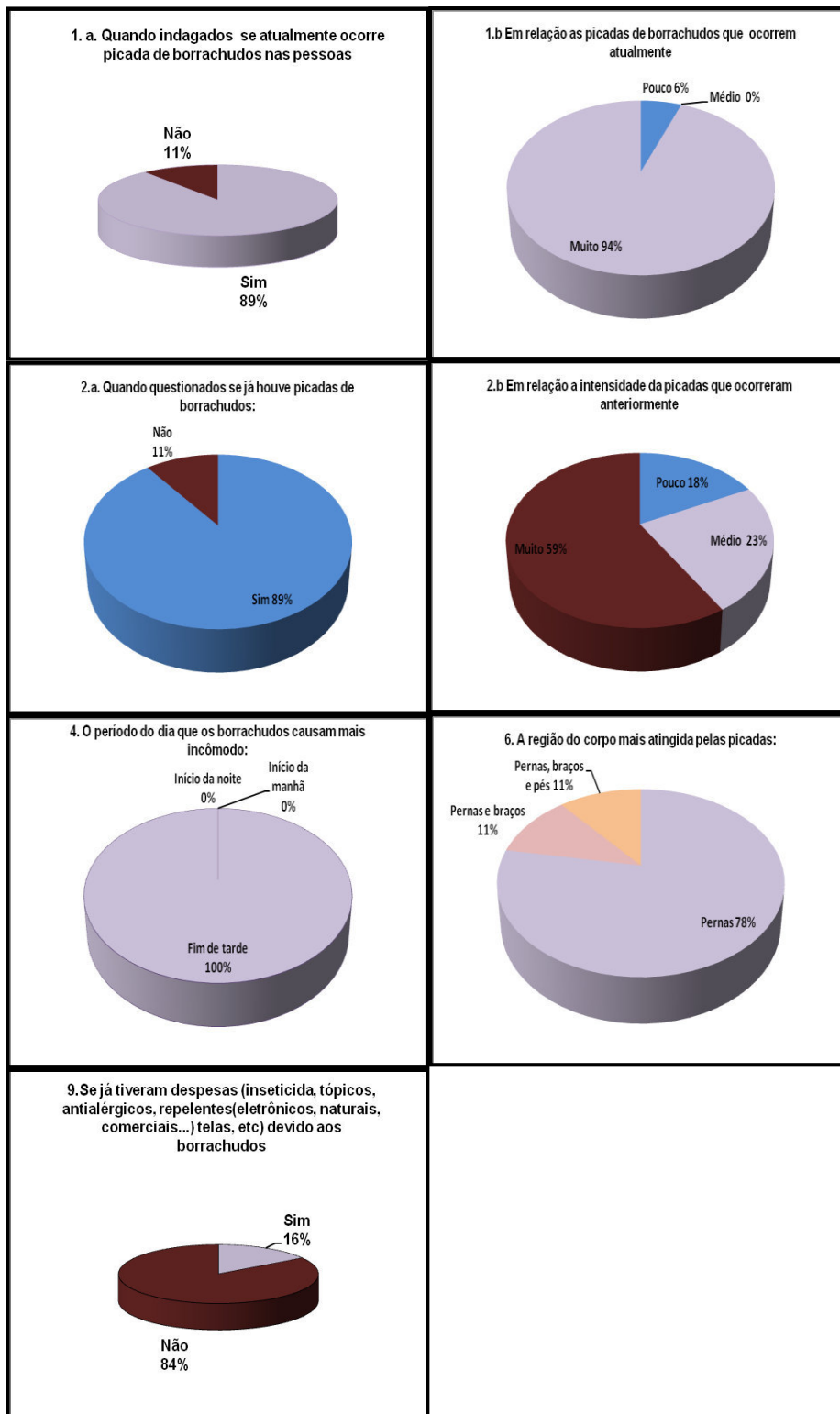




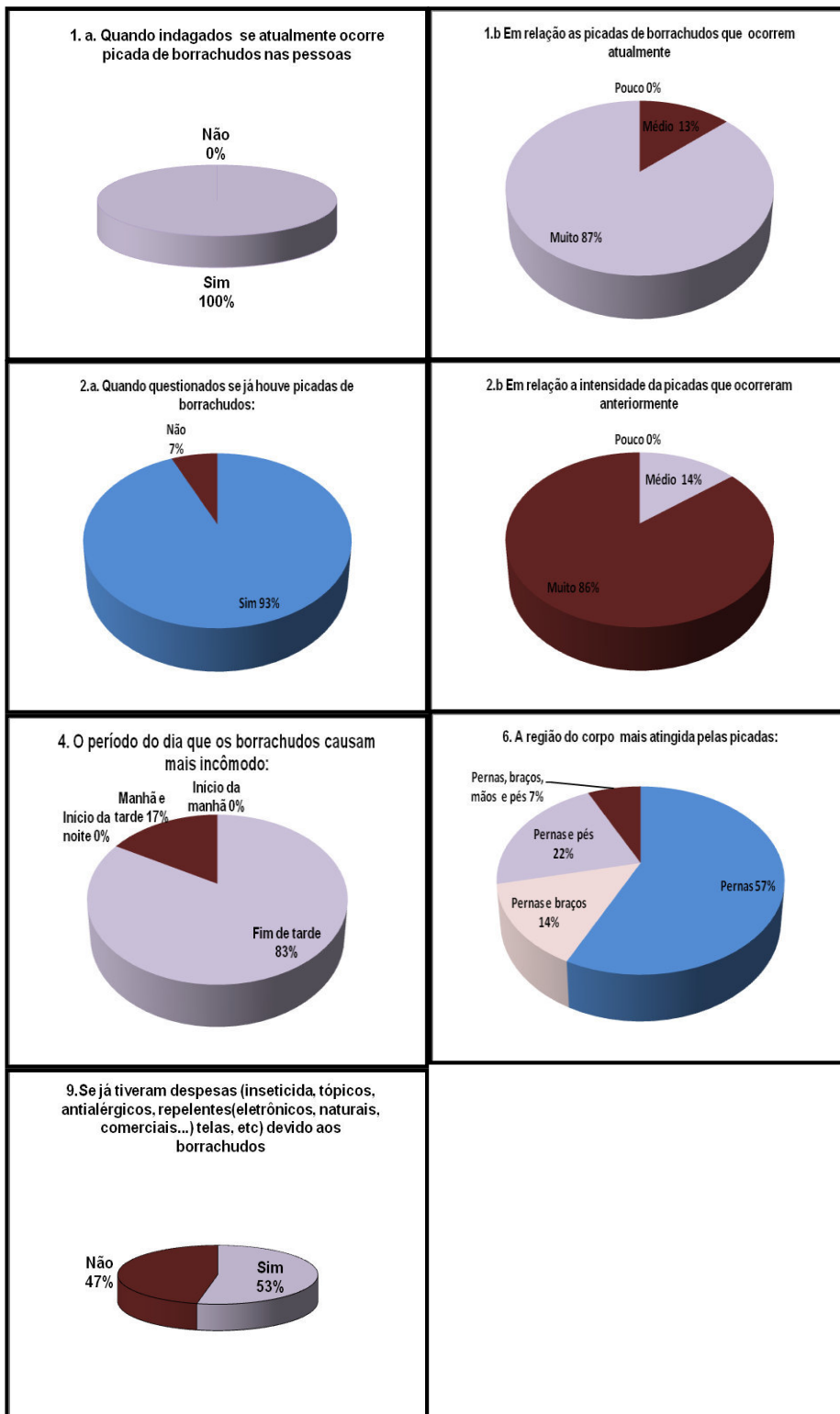
**Bairro:** Jardim Aplável 14 pessoas entrevistadas.



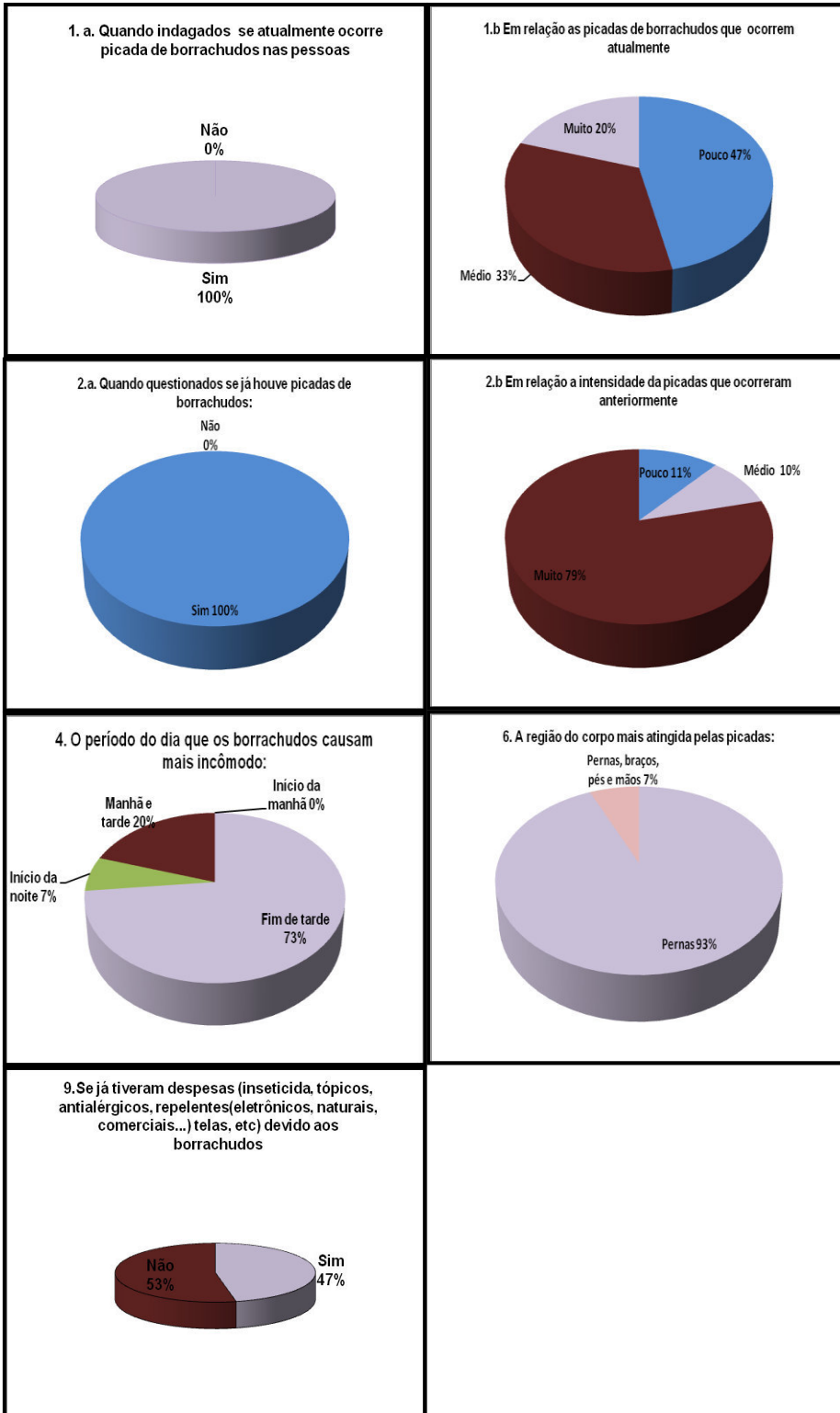
**Bairro:** Santa Maria 19 pessoas entrevistadas.



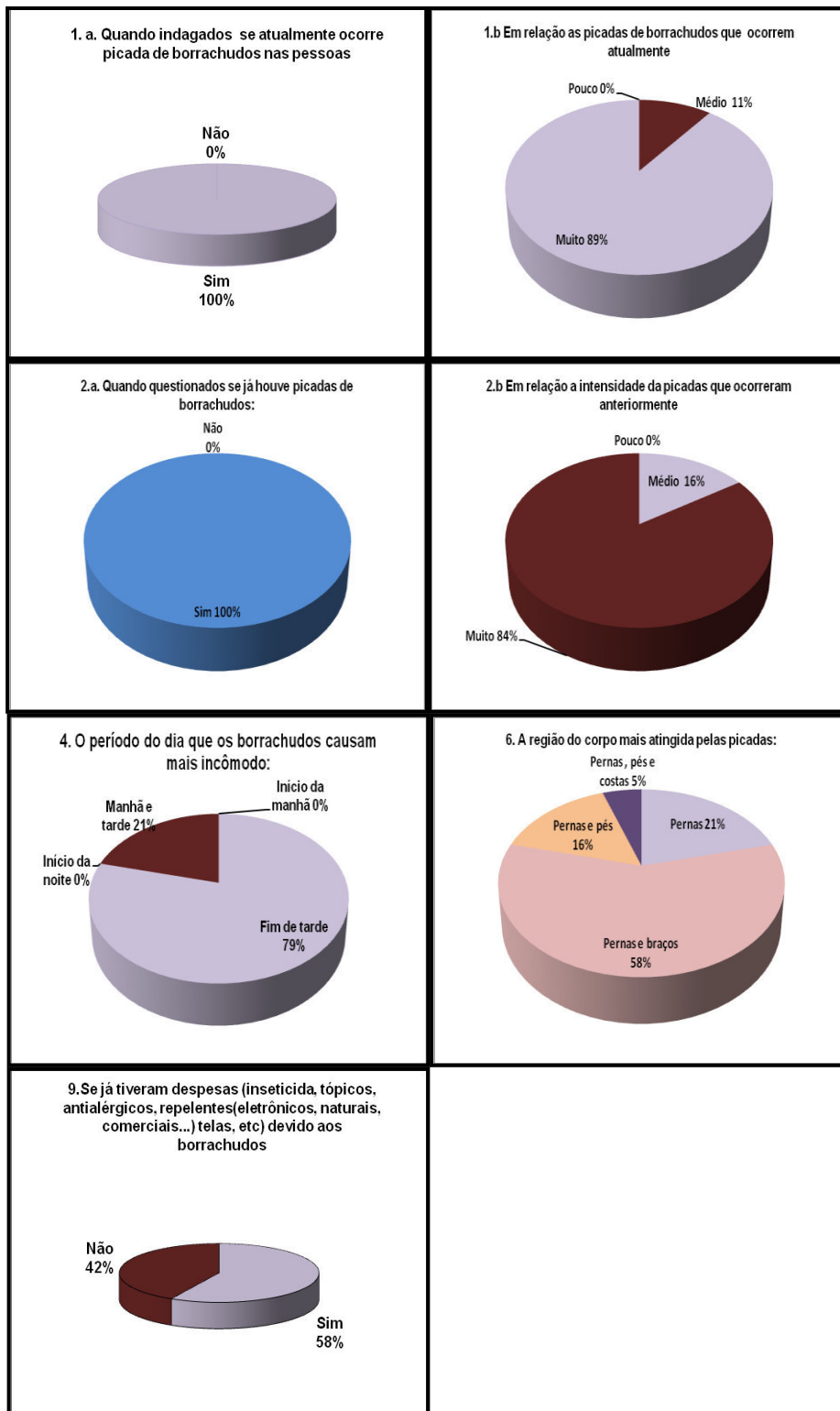
**Bairro:** Santo Antônio 15 pessoas entrevistadas.



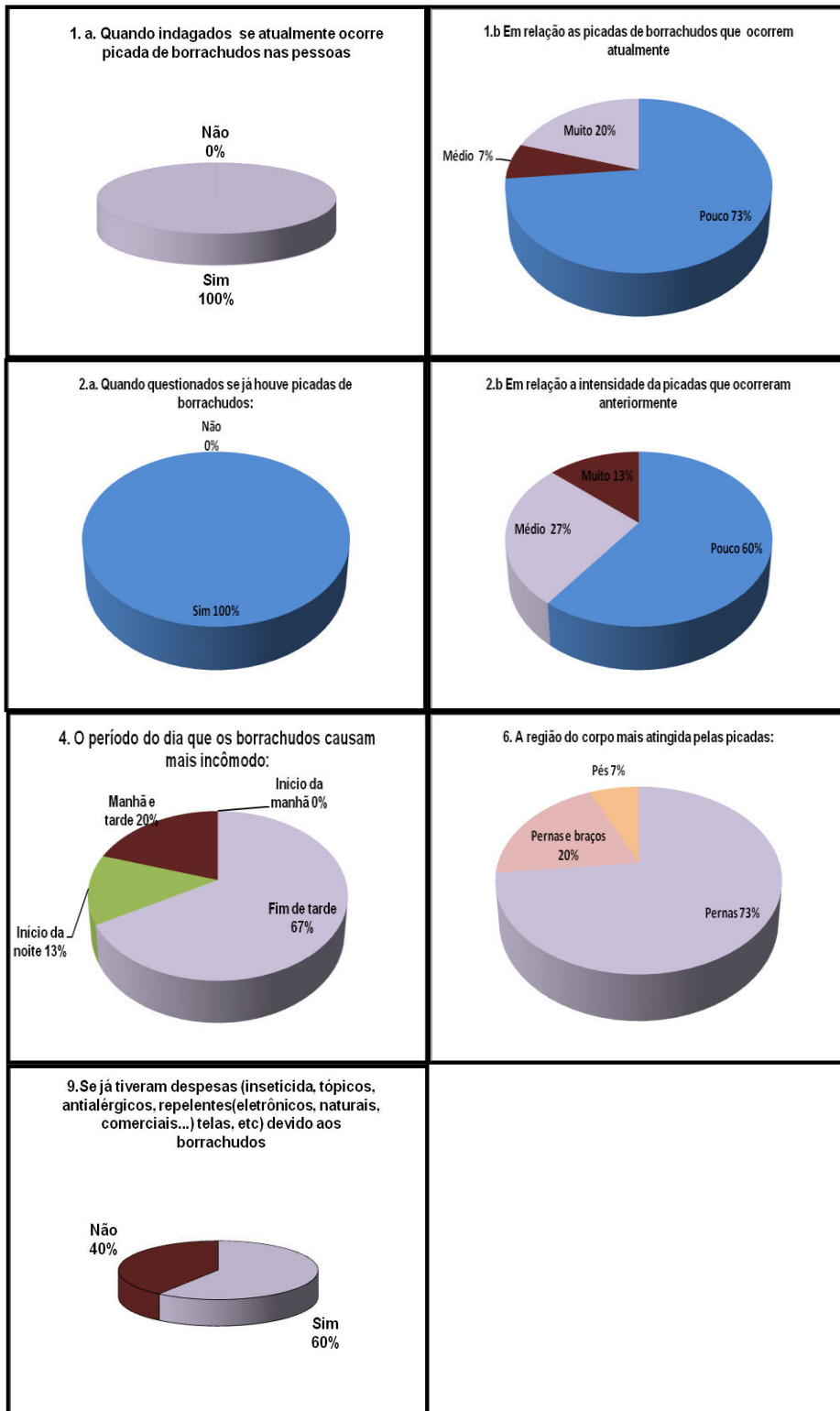
**Bairro: São Jorge** 16 pessoas entrevistadas.



**Bairro: Vila Planalto 19 pessoas entrevistadas.**

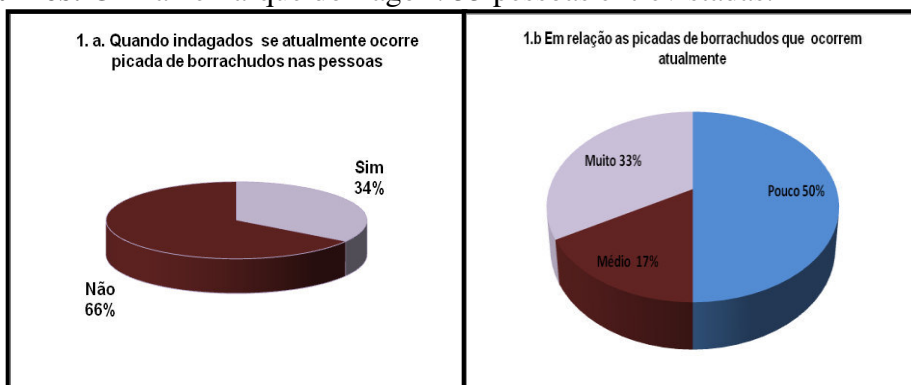


**Bairro: Vila Setenta 15 pessoas entrevistadas.**

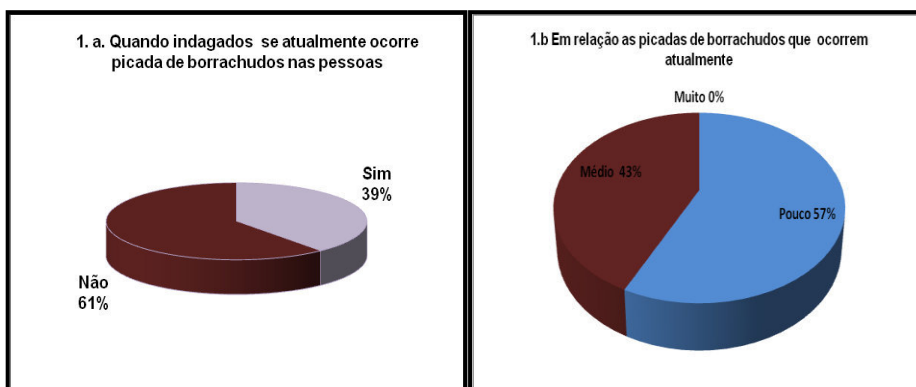


Seleção da primeira questão referente às entrevistas em Dourados-MS no período de Janeiro de 2012.

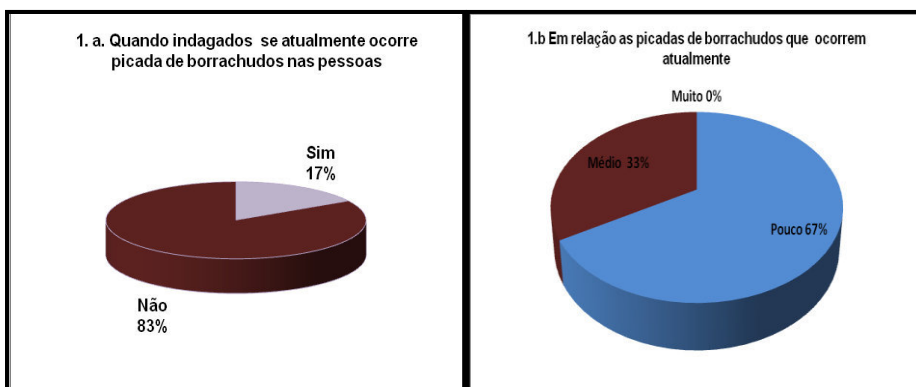
**Bairros:** Clímax e Parque do Lago I: 55 pessoas entrevistadas.



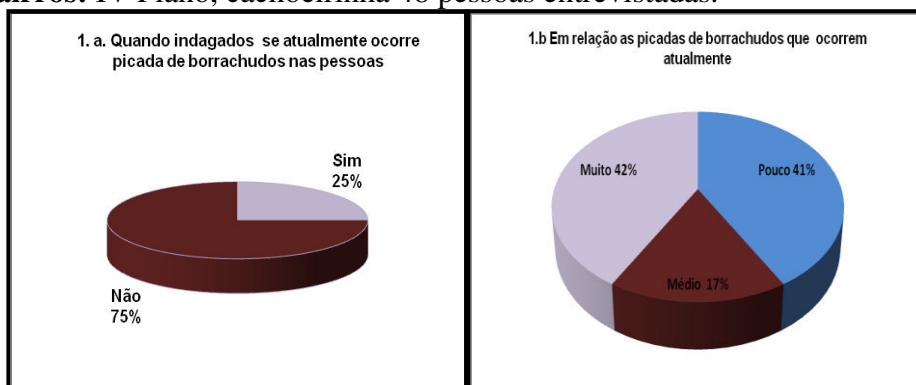
**Bairros:** BNH III Plano e Jardim Universitário 18 pessoas entrevistadas.



**Bairros:** Canaã III e Parque dos Coqueiros 18 pessoas entrevistadas.



**Bairros:** IV Plano, cachoeirinha 48 pessoas entrevistadas.



### **8.3 APÊNDICE III: PROPOSTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL A POPULAÇÃO DE CAARAPÓ-MS**

#### **EDUCAÇÃO PARA O MANEJO INTEGRADO DE SIMULÍDEOS**

Tatiane Zaratini Teixeira

Projeto de extensão Agosto de 2012

#### **Fundamentação teórica**

Os simulídeos são insetos conhecidos como borrachudos, possuem ampla distribuição geográfica, exceto regiões frias e que não apresentam córregos, tais como a Antártica, o Pólo Norte e as ilhas oceânicas (CROSSKEY, 1990 apud SANTOS et al., 2010). O hábito de vida destes organismos é diurno, a alimentação é distinta entre os sexos, os machos e as fêmeas nutrem-se essencialmente de líquidos vegetais, néctar das flores, seiva de plantas e suco de frutas (PAIVA, s/d), porém apenas as fêmeas são hematófagas (BERTAZO et al., 2010). É importante salientar que de aproximadamente das 2000 espécies de simulídeos existentes (ADLER & MCCREADIE, 2009), apenas 10% são hematófagas (ANDRADE, 2003).

Nas Américas são conhecidas cerca de 550 espécies de simulídeos, dentre as quais 92 ocorrem no Brasil (ADLER & CROSSKEY, 2010). Estes insetos apresentam hábito hematófago na fase adulta e os imaturos, larvas e pupas, habitam ambientes aquáticos lóticos, onde são encontrados nos locais de maior velocidade do fluxo d'água, em diferentes substratos, como: vegetação ciliar pendente na água, raízes, vegetação aquática, seixos e fundo rochoso (STRIEDER et al., 2002)

Os borrachudos são insetos pequenos, de cor escura, pernas curtas, asas largas e aspecto corcunda. Ocorrem no mundo inteiro, existindo em praticamente todos os lugares onde existe água corrente suficiente para permitir o desenvolvimento de suas larvas (CASTELLO BRANCO JR & ANDRADE, 1993). Os adultos de Simuliidae são vistos como pequenas moscas que medem entre 1,2 a 6,0 mm. Porém, a forma do corpo é totalmente diversa em seu desenvolvimento, pois são insetos holometábolos, possuindo metamorfose completa, com quatro estágios de vida: ovo, larva, pupa e adulto (ADLER, 1994 apud PEREIRA, 2011).

Esses insetos podem afetar o desenvolvimento de uma região porque suas picadas, que além de muito incômodas, podem transmitir agentes causadores de doenças ou causar sérias complicações alérgicas ao homem e aos outros animais, podendo resultar em danos econômicos na pecuária, diminuindo a produção de leite e de carne (ANDERSON & VOSKUIL, 1963 apud SANTOS JUNIOR et al., 2007).



Grandes infestações desse díptero, que foram registradas em outros países estavam relacionadas com o aumento de matéria orgânica nos rios, pelo lançamento de despejos domésticos, agrícolas e industriais (STRIEDER et al., 2006).

A prática generalizada da transformação dos riachos em lixeiras coletivas é um fator que contribui para o crescimento populacional desse inseto. Os entulhos presentes na corrente de água criam novos pontos de encachoeiramento servindo de locais de instalação das larvas do borrachudo. É necessária a ação conjunta da comunidade para remover esses entulhos e criar a consciência de não transformar os cursos de água em lixeira para se reverter o quadro de infestação do borrachudo. Na área rural, grande parte dos agricultores utiliza as depressões do terreno, próximos aos rios, para o descarte de materiais não perecíveis. Esta prática deve ser evitada, pois nos períodos de chuvas, com a subida das águas, esses materiais são carregados para dentro dos rios, vindo a servir de criadouro de borrachudos, quando poderiam ser reciclados e/ou reutilizados (PAIVA, s/d).

O controle de simuliídeos está sendo amplamente utilizado no mundo todo devido ao interesse em saúde pública e para prevenir perdas econômicas em agropecuária, tanto em áreas rurais como em regiões metropolitanas. Impactos econômicos negativos e reações alérgicas por picadas de borrachudos ocorrem também em áreas turísticas e rurais que agravam o bem-estar de todos (PETRY et al., 2004).

Pode-se afirmar que ainda não há nenhum método que irá combater absolutamente os vetores e pragas hematófagas, satisfazendo plenamente as necessidades exigidas, pois não há como erradicar completamente a praga, porém deve-se adotar vários métodos e critérios para alcançar um desempenho integral (HABIB, 1989), como é o caso do manejo integrado, onde não eliminaria os simuliídeos, no entanto levaria a um nível aceitável (CASTELLO BRANCO JR & ANDRADE, 1993).

Para o controle efetivo do borrachudo é necessário o envolvimento de toda comunidade, pois dependerá dela a mudança de comportamento. A educação ambiental da população faz parte da estratégia de manutenção das medidas de contenção de resíduos orgânicos e destino adequado do lixo, prolongando os benefícios do trabalho realizado (PAIVA, s/d; PAIVA & BRANCO, 2000).

## **Metodologia e Avaliação**

Este projeto contará com a participação de alguns acadêmicos dos cursos de Ciências Biológicas das modalidades de Licenciatura e Bacharelado, todos pertencentes à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), que participarão de cursos de capacitação e posterior visitas às escolas para ministrar atividades teóricas e práticas.

O projeto estará sob a orientação dos professores Doutor Eduardo José Arruda e do professor Doutor Jairo Campos Gaona, ambos da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD e do professor Doutor Carlos Fernando Salgueirosa de Andrade da Universidade de Campinas - UNICAMP. No entanto, a capacitação dos acadêmicos será realizada pela coordenadora desta ação de extensão sob orientação dos professores descritos acima.

Os acadêmicos da UFGD serão organizados em duplas, onde cada dupla ficará responsável por duas turmas em cada encontro.

Na cidade de Caarapó-MS será contatada uma escola da rede pública, que esteja interessada em participar do projeto e, após a seleção, os professores responsáveis pela disciplina serão orientados para discutir a programação e os conteúdos a serem trabalhados com os seus alunos. A princípio as atividades educativas serão desenvolvidas quinzenalmente, durante os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro do ano de 2012.

De acordo com a disponibilidade e a estrutura física da escola serão determinadas as turmas do Ensino Fundamental e Médio que melhor se adequarem ao cronograma de atividades descrito pelo projeto. As ações educativas serão realizadas em duas modalidades: teoria e prática. Em uma sala de aula disponibilizada pela coordenação da escola, serão intermediados os conteúdos teóricos a respeito do ciclo de vida dos simulídeos, formas de controle (químico, biológico e mecânico), amostra das formas imaturas, e ainda, exercícios práticos que caracterizem o conhecimento internalizado pelos alunos e professores participantes, posteriormente, como atividades práticas serão realizadas visitas ao córrego Glória e ao seu afluente, constatando alguns pontos de livre acesso que possibilitem a retirada de lixo e manejo mecânico.

No término das atividades será aplicado um questionário aos alunos e professores como instrumento de avaliação do projeto para verificar se os objetivos propostos foram alcançados.

**Cronograma de atividades:** Este projeto iniciará em Agosto onde será realizado o levantamento bibliográfico, a capacitação dos alunos, a elaboração das

aulas, a compra de materiais, o agendamento de carro da UFGD para transporte dos ministrantes até a cidade de Caarapó. As atividades envolverão aulas teóricas e práticas. No total serão seis atividades que ocorrerão quinzenalmente na escola por dupla de ministrante. O número de graduandos que ministrarão as aulas serão no total de oito pessoas. Estes serão organizados em duplas, e cada dupla será responsável por duas turmas, por exemplo em uma/duas aula(s) do ensino médio e fundamental em cada encontro. Assim, no mês de setembro iniciará com duas atividades teóricas: uma sobre o ciclo de vida dos simulídeos e outra enfocando as formas de controle do mesmo. No mês de outubro teremos uma atividade lúdica, será levado dois microscópios estereoscópicos para escola para a observação de amostras de larvas e pupas de simulídeos, logo depois os alunos serão orientados a fazerem um desenho do que foi observado. No mês de novembro ocorrerão duas atividades práticas: a primeira os alunos serão levados a um córrego que se localiza na cidade e observarão as larvas e pupas de simulídeos, logo em seguida os acadêmicos da UFGD farão a remoção mecânica por meio com o uso de vassouras apropriadas das larvas e pupas do simulídeos ocorrendo simultaneamente à explicação do manejo mecânico observação dos alunos e acompanhados por dois professores. À outra atividade prática os alunos serão levados no córrego Glória e recolherão lixo (saco plástico, garrafas PET, entre outros) que servem de substratos para as larvas e pupas de simulídeos. O projeto findará com a aplicação de um questionário no mês de dezembro para avaliação do projeto questionário aos alunos e professores.

**Objetivo geral:**

- Intermediar informações científicas que possibilitem a construção do conhecimento e a participação da comunidade afetada pelas picadas incômodas de simulídeos no município de Caarapó – MS e desta forma mostrar como alunos e professores podem colaborar em uma ação conjunta através do manejo integrado de simulídeos (borrachudos).

**Objetivos específicos:**

- Facilitar o acesso às informações fundamentais aos estudantes de Caarapó a fim de promover ações simples que possibilitem o controle de simulídeos;
- Sensibilizar os alunos para que os mesmos atuem como agente ativo cobrando uma nova postura de seus familiares, desta forma atingindo a comunidade

local para participar do manejo integrado de simuliídeos juntamente com os órgãos competentes;

- Capacitar os acadêmicos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal da grande Dourados, por meio de referencial teórico, discussões e aulas expositivas, com o objetivo de melhor prepara-los para os questionamentos e desafios que encontrarão ao ministrar as atividades pedagógicas nas escolas e no desenvolvimento prático do projeto; além de proporcionar experiência em sala de aula para estes futuros profissionais;

- Contribuir para a formação cidadã dos estudantes participantes, pais, professores e demais envolvidos no projeto, fomentando a necessidade de se desempenhar ações educativas que favoreçam o meio ambiente, a melhoria da qualidade de vida dos moradores rurais e urbanos, o uso sustentável dos recursos naturais, os destinos adequados para dejetos de culturas de animais e dos resíduos lançados às margens dos rios, e, principalmente, a responsabilidade sócio-ambiental.

### **Justificativa**

Estes insetos causam vários desconfortos e problemas à saúde humana e de animais, uma vez que determinadas espécies atingem populações rurais e urbanas que vivem próximo a rios e riachos. A picada da fêmea antropofílica ou zoofílica pode ocasionar danos econômicos, sociais e turísticos, tais como veicular agentes patogênicos por meio do repasto sanguíneo, além de provocar coceiras intensas, podendo ocasionar diminuição da produtividade do trabalhador no campo, interferência no aprendizado de crianças em escolas, entre outros. (LOZOVEI, 2004; PAIVA, s/d; PAIVA & BRANCO, 2000; SANTOS, 2010; CASTELLO BRANCO JUNIOR & ANDRADE, 1993).

Devido a isto, relatos pessoais e reportagens informais descrevendo os problemas enfrentados pela população de Caarapó, no Estado de Mato Grosso do Sul, se tornaram mais freqüentes nos últimos anos, e ainda, análises de um córrego que cercam a cidade comprovaram a alta incidência de simuliídeos nesta cidade. Porquanto, é importante o envolvimento e a participação dos cidadãos em problemas concernentes a saúde pública. Uma vez realizado o levantamento destes problemas incube as equipes de saúde pública juntamente com a comunidade propor medidas que busquem alternativas que possibilitem a solução ou controle destas dificuldades. Neste sentido, para a realização de um programa de controle eficaz, a comunidade deve atuar como agente ativo em questões relacionadas à sua qualidade de vida. Desta forma, a união de

cidadãos, técnicos e autoridades municipais comprometidos com a melhoria da qualidade de vida transformando a realidade local produzindo uma comunidade saudável e mais aperfeiçoada cientificamente (SECRETÁRIA ESTADUAL DE SAÚDE, 2006).

Diante do exposto, e tendo em vista o incômodo causado pelas picadas de simulídeos no município de Caarapó, este projeto tem como finalidade proporcionar um trabalho de educação ambiental com alunos do ensino médio e fundamental por meio de atividades teóricas e práticas com enfoque no manejo integrado. As atividades desenvolvidas envolverão os seguintes assuntos relacionados aos simulídeos: ciclo de vida, formas de controle e participação da comunidade através de ações simples, porém eficaz, tais como controle mecânico das larvas e pupas de simulídeos, remoção de lixos em cursos d'água.

### **Relação ensino, pesquisa e extensão**

O Projeto de Extensão “Educação para o manejo integrado de Simulídeos” pretende promover a participação da comunidade de Caarapó/MS por meio do bom exemplo de alunos e professores que colaborarão no manejo mecânico dos incômodos borrachudos na presente cidade. Desta forma, esta ação de extensão abordará como tema das aulas principalmente: o ciclo de vida e as formas de controle deste inseto.

Neste sentido, a pesquisa é um processo sistemático de construção do conhecimento a fim de formular novos saberes e ou refutar as informações existentes. Deste modo, este projeto pretende através do conhecimento científico despertar uma nova postura na comunidade afetada, pelas picadas de simulídeos, sendo agentes de transformação da realidade local. E uma vez, onde há cidadãos esclarecidos em relação à adversidade encontrada melhor será o enfrentamento destes problemas, neste caso o manejo integrado dos borrachudos e a prática de ações simples por parte dos cidadãos que não influenciem na proliferação deste díptero.

Para atender a critérios de extensão serão realizadas atividades estabelecendo vínculos e trocas de experiências entre universidade e escola, proporcionando conhecimento científico e aperfeiçoamento aos participantes. Essa ação propiciará tornar acessível o saber adquirido por meio de pesquisa na comunidade acadêmica à sociedade envolvida. As aulas teóricas, a intermediação dos modos de controle, do ciclo de vida e as aulas práticas são exemplos desta ação extensiva.

A construção mais aprofundada do conhecimento científico, o aperfeiçoamento pedagógico e prático profissional, e principalmente, formulação de consciência cidadã para os acadêmicos envolvidos no projeto são atividades que caracterizam a finalidade e a importância de desenvolver ações voltadas a um dos três eixos do programa: o ensino.

## Referências

- ADLER, P.; CROSSKEY, R. W. **World Black Flies (Diptera: Simuliidae): a comprehensive revision of the taxonomic and geographical inventory**. 2010. 112p. Disponível em:<http://www.clemson.edu/cafls/departments/esps/biomia/pdfs/blackflyinventory.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2012.
- ADLER, P.H. MCCREADIE, J.W. **Black Flies (Simuliidae)**. In: GARY, R.M. & LANCE, A.D. Medical and Veterinary Entomology. Segunda edição. Elsevier: 189-206, 2009.
- BERTAZO, K., SANTOS, C.B., PINTO, I.S., FERREIRA, A.L., FALQUETO, A. & PEPINELLI, M. **Distribution of black flies (Diptera: Simuliidae) in the State of Espírito Santo, Brazil**. Biota Neotropica, 10(3):48-56,2010. <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n3/en/abstract?article+bn02110032010>.
- CASTELLO BRANCO JR, A.; ANDRADE, C. F. S. O borrachudo vai à escola? **Revista de Ensino de Ciências**, n. 24, 1993.
- HABIB, M. E. M. Uma política para o Controle de Borrachudos no Brasil. Seminário sobre Insetos e Ácaros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. 3:99-102, 1989.
- LOZOVEI, A.L.; PETRY, F.; NETO, L.G.S.; FERRAZ, M.E. Levantamento das espécies de Simulium (Diptera, Simuliidae), Riacho dos Padres, município de Almirante Tamandaré, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. 48(1): 91-94, 2004.
- PAIVA, D.P. s/d. O borrachudo indicador biológico de qualidade da água. Medicina veterinária. **EMBRAPA Suínos e Aves- Concórdia, SC**. Disponível em:<[http://comiteitajai.org.br:8080/bitstream/123456789/961/10/10\\_Borrachudo.pdf](http://comiteitajai.org.br:8080/bitstream/123456789/961/10/10_Borrachudo.pdf)> Acesso em: 24 de julho de 2012.
- PAIVA, D.P. & E.P. BRANCO. 2000. O Borrachudo – Noções Básicas de Biologia e Controle. Circular Técnica 23. EMBRAPA Suínos e Aves, Concórdia, SC.
- PEREIRA, D. S.; NOGUEIRA, N. O.; CANDIDO, A. de O.; ALVES., P; LEMES,E.de Q. Infestações de Simulium pertinax e suas relações com o desequilíbrio Ambiental. **Revista Trópica Ciências Agrárias e Biológicas**, 6 (2):49-61, 2012.
- PEREIRA, E. S. Obtenção de novas estirpes de Bacillus Thuringiensis Berliner patogênicas a larvas de Simuliidae e caracterização molecular de populações de Simulium (Chirostilbia) pertinax Kollar (Diptera: Simuliidae) no Brasil. [Tese] **Universidade de Brasília**, 2011.

PETRY, F.; LOZOVEI, A. L.; FERRAZ, M. E.; NETO, L. G. S. Controle integrado de espécies de Simulium (Diptera, Simuliidae) por Bacillus Thuringiensis e manejos mecânicos no riacho e nos vertedouros de tanques de piscicultura, Almirante Tamandaré, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 48(1): 127-132, 2004.

SANTOS, R. B.; LOPES, J.; SANTOS, K. B. Distribuição Espacial e Variação Temporal da Composição de Espécies de Borrachudos (Diptera: Simuliidae) em uma Microbacia Situada no Norte do Paraná. **Neotropical Entomology** 39(2): 289-298. 2010.

SANTOS JUNIOR, J. E.; STRIEDER, M. N.; FIORENTIN, G. L.; NEISS, U. G. Velocidade da água e a distribuição de larvas e pupas de Chirostilbia pertinax (Kollar) (Diptera, Simuliidae) e macroinvertebrados associados. **Revista Brasileira de Entomologia** 50(1): 62-66, 2007.

STRIEDER, M. N. Diversidade e distribuição de Simuliidae (Diptera, Nematocera) no gradiente longitudinal da bacia do rio Maquiné, RS, Brasil. **Biociências** 10: 127-137, 2002.

STRIEDER, M. N.; SANTOS, J. E.; VIEIRA, E. M. Distribuição, abundância e diversidade de Simuliidae (Diptera) em uma bacia hidrográfica impactada no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 50(1): 119-124, 2006.

SECRETARIA ESTADUAL DA SAÚDE. Centro Estadual de Vigilância em Saúde. Simulídeos: Programa Estadual - Rio Grande do Sul, Brasil: guia para orientação aos municípios sobre manejo integrado, controle e gestão de insetos da família simuliidae (Diptera, Nematocera) no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CEVS, 2006.

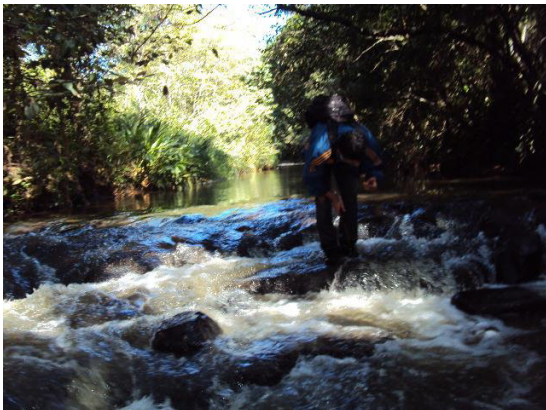
**8.4 APÊNDICE IV: COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PRINCIPAIS LOCAIS COM ALTA DENSIDADE DE FORMAS IMATURAS DE SIMULÍDEOS CONSIDERADOS PONTOS ESTRATÉGICOS PARA REALIZAÇÃO DO CONTROLE.**

<b>Córrego (Ponto)</b>	<b>Identificação</b>	<b>Coordenadas</b>	
<b>Caarapó (1)</b>	Após a ponte, perímetro periurbano.	<b>22<sup>0</sup> 35' 03.6''S</b>	<b>054<sup>0</sup> 47' 38.4''O</b>
<b>Caarapó (2)</b>	Ponte, perímetro periurbano	<b>22 35' 35.27''S</b>	<b>054<sup>0</sup> 49' 03.54''O</b>
<b>Caarapó (3)</b>	Chácara, perímetro periurbano.	<b>22 35' 58.88''S</b>	<b>54 049' 34.72''O</b>
<b>Caarapó (4)</b>	Sítio, perímetro	<b>22 37 41.99''S</b>	<b>54<sup>0</sup> 50' 44.68''O</b>
<b>Glória (5)</b>	Perímetro urbano	<b>22 36' 40.70'' S</b>	<b>054<sup>0</sup> 49' 37.82''O</b>
<b>Afluente do Glória (6)</b>	Perímetro urbano	<b>22 36 53 85''S</b>	<b>054<sup>0</sup> 49 28.77''O</b>



## 8.5 APÊNDICE V: FOTOS DOS PRINCIPAIS CRIADOUROS REFERENTES AO MAPEAMENTO.

Ponto 1



Ponto2



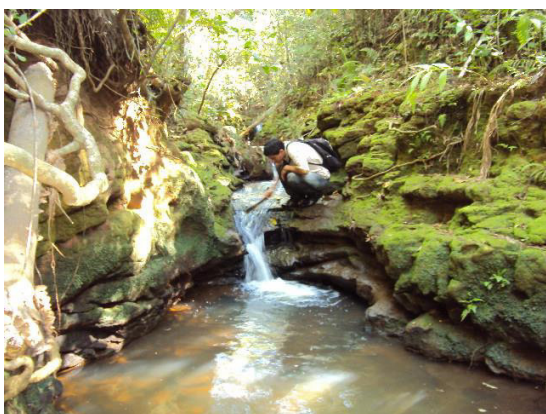
Ponto 3



Ponto 4



Ponto 5



Ponto 6



**8.6 APÊNDICE VI: SUBSTRATOS UTILIZADOS POR LARVAS E PUPAS DE SIMULÍDEOS EM CAARAPÓ-MS.**

