Infestações de *Simulium pertinax* e suas relações com o desequilíbrio ambiental

Daniele Soroldani Pereira [1], Natiélia Oliveira Nogueira [2], Amarilson de Oliveira Candido [2], Paulo Alves [2] e Eliane de Queiroz Lemes [2]

Resumo - O saneamento básico é um dos mais graves problemas encontrados na sociedade contemporânea, principalmente nos países em desenvolvimento, problema esse originado do crescimento surpreendente das cidades nas últimas décadas e da falta de planejamento e estrutura para se adequar a essa mudança tão abrupta. Grandes aglomerações de pessoas vivendo em condições sanitárias precárias, sem tratamento e destinação correta para seus dejetos, e, muitas vezes com esgotos a céu aberto, proporcionando situações propícias ao aparecimento de animais que necessitam dessas condições para sobreviver. Um desses animais é o mosquito *Simullium pertinax,* conhecido vulgarmente como "borrachudo", animal que é vetor de várias doenças que atingem o ser humano, causando muito incômodo e várias complicações de saúde. Nesse trabalho, pretendeu-se abordar as várias causas do aumento desordenado das populações de borrachudos decorrentes de todo esse processo antrópico, e, não menos desordenado, do qual a sociedade tem grande, ou, até mesmo total parcela de responsabilidade.

Palavras-chave: Saneamento básico, mosquito, desenvolvimento, processo antrópico.

Infestations of *Simulium pertinax* and their relationships with the environmental unbalance

Abstract - The basic sanitation is one of the most serious problems found in the contemporary society, mainly in the developing countries, problem that originated of the surprising growth of the cities in the last decades and of the planning lack and structure to adapt her such abrupt change. Great gatherings of people living in precarious sanitary conditions, without treatment and correct destination for their dejections, and a lot of times sewers to open sky, providing favorable situations to the emergence of animals that need those conditions to survive. One of those animals is the mosquito *Simullium pertinax*, known commonly as "black fly", animal that is vectorial of several diseases that reach the human being, causing very uncomfortable and several complications of health. In that work, it intended to approach the several causes of the disordered increase of the populations of current black flies of whole that process antrópico and, no less disordered, of which the society has great, or, even total portion of responsibility.

Key words: Basic sanitation1, mosquito2, development3, process antrópico.

INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um dos mais graves problemas encontrados na sociedade contemporânea, problema esse originado do crescimento surpreendente das cidades nas últimas décadas e da falta de planejamento e estrutura para se adequar a essa mudança tão abrupta.

Grandes aglomerações de pessoas vivendo em condições sanitárias precárias, sem tratamento e destino para seus dejetos, esgotos a céu aberto, etc, proporcionando situações propícias ao aparecimento de animais que necessitam dessas condições para sobreviver. Um desses animais é o *Simullium pertinax*, conhecido vulgarmente como "borrachudo", animal esse, vetor de várias doenças que atingem o ser humano, causando várias complicações de saúde. O inseto *Simullium pertinax* tem se transformado numa verdadeira calamidade pública, um grave problema enfrentado por cidades onde o desequilíbrio ambiental, ou como também pode-se denominar "Processo Antrópico", é muito acentuado e sem controle. Sua proliferação depende e estabelece grande relação com os ambientes, onde, na maioria dos casos, dejetos animais e humanos são

[1] Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Alegre (FAFIA), Rua Belo Amorim, 100 – Centro – CEP 29500-000, Alegre-ES. E-mail:danisoroldani@hotmail.com

[2] Universidade Federal do Espirito Santo (UFES), Alto Universitário, s/n. Cx Postal 16. Guararema – CEP. 29500-000, Alegre – ES.

depositados em rios e córregos, sem nenhum tipo de tratamento, tornando, assim, o ambiente propício à sua reprodução.

Nesse trabalho pretende-se abordar as várias causas do aumento desordenado das populações de borrachudos decorrentes de todo esse processo entrópico e, não menos desordenado, do qual a sociedade tem grande ou, até mesmo total, parcela de responsabilidade.

Pretende-se, através dos métodos, descritivo e analítico, ressaltar a importância de se promover uma discussão do tema por parte da sociedade para que se conscientize de que, com a contribuição de cada um e a criação de planos voltados para o controle desse mal, hoje tão comum na sociedade, poderão ser atingidos bons resultados de mitigação dos efeitos. Cabe ressaltar que o borrachudo não ataca somente pessoas que residem nesses locais denominados "focos da doença", mas também, pessoas não residentes nestes locais e até animais.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desse estudo fez-se uso da metodologia descritiva, aliando o estudo de bibliografias, que possibilitem conhecer as contribuições científicas.

Utilizou-se bibliografia específica, revistas científicas, jornais, textos diversos que falem sobre a relação do desequilíbrio ambiental com a incidência de borrachudos, a fisiologia desse inseto, seus hábitos, condições propícias para sua proliferação, e investigação dos possíveis meios de controle entre outros temas que estabelecem relação e ajudarão na compreensão do tema exposto, assegurando, assim, o conhecimento teórico do tema "Infestações de *Simulium pertinax* e suas relações com o desequilíbrio ambiental".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Ciclo Vital do *Simullium pertinax*

A questão do saneamento básico é um problema na sociedade atual, tanto em zonas rurais como no meio urbano, ocasionando, muitas vezes, resultados que alcançam proporções catastróficas. As condições de saneamento básico das propriedades é um dos graves problemas que se apresenta, já que na maioria das famílias não possui destino adequado para os dejetos humanos, dejetos animais, lixos tóxicos, resíduos domésticos, bem como águas servidas, incorrendo desta forma um processo de degradação ambiental e principalmente o aparecimento de doenças, diarréias e outros (IBGE, 2012).

O maior contribuinte para toda essa degradação ambiental é o esgoto sem tratamento que, na maioria das cidades e em todo meio rural é, simplesmente, derramado, sem nenhum tratamento, na natureza. Os esgotos das casas contribuem com uma grande parcela de poluição e contaminação das reservas de água, em razão de sua enorme quantidade que é lançada diretamente nos cursos de água, sem qualquer tratamento. A natureza possui alta capacidade para absorver e reduzir a ação contaminante dos resíduos orgânicos, mas quando os lançamentos são em grande quantidade e de forma permanente, as reservas perdem o poder de reciclagem e passam a ser fonte de contaminação, terminando com a vida em alguns lugares, pois reduzem o oxigênio existente na água, promovendo o desiquilíbrio ambiental. Além disso, o esgoto e o lixo, quando depositados diretamente sobre o solo, podem atingir as águas subterrâneas que abastecem poços e fontes naturais utilizados por muitas comunidades que não dispõem de rede de abastecimento público (CALIJURI; LORENTZ, 2003). As estruturas criadas pelo homem para gerar energia causam, na maioria dos casos, um grande impacto ambiental, provocando, assim, a extinção de certas espécies naquela área e o aumento de outras populações, como a de algumas espécies de mosquitos, já que estes precisam de condições favoráveis para se proliferar e estas construções proporcionam-lhes isso.

O impacto provocado por grandes obras como a construção de usinas hidrelétricas, garimpos ou qualquer atividade que modifique os leitos dos rios que afeta diretamente a dinâmica populacional dos simulídeos já que estes insetos têm como criadouros ambientes lóticos (CROSSKEY, 1990).

O agravamento do problema do borrachudo decorre do desequilíbrio ecológico causado pela descarga de estercos nos cursos de água, matando os peixes, seus predadores naturais, que mantém o equilíbrio do meio ambiente, além da caça indiscriminada, desmatamento das margens de rios e riachos e uso excessivo de agrotóxicos. Sendo assim, quando as populações de borrachudos alcançam determinados níveis de proliferação acabam se tornando pragas e obrigando o homem a desenvolver técnicas para controlá-la.

Uma vez considerada praga em várias regiões do Brasil, essa espécie tem recebido grandes esforços de controle nas últimas décadas (ANDRADE 1989a, 1989b; CAMPOS; ANDRADE, 2001).

Mas para que se possa desenvolver técnicas de controle para os borrachudos, antes de qualquer coisa, é preciso conhecer bem os aspectos deste inseto, tais como hábitos alimentares, dinâmica no ambiente, reprodução, fisiologia, anatomia, etc.

Os programas de controle de borrachudos desenvolvidos no Brasil sejam por meio de órgãos públicos ou pela iniciativa privada, sofrem diferentes graus de dificuldade pela falta de conhecimentos bioecológicos das espécies alvo e da eficiência dos agentes de controle (ANDRADE, 1988).

Algo já se sabe, graças a estudos feitos por alguns pesquisadores, sobre os borrachudos, porém, para que se possa obter uma maior eficiência no controle desta espécie é preciso estudá-lo ainda mais.

As primeiras espécies de *Simulium* descritas do Brasil foram *Simulium pertinax* Kollar, 1832; *Simulium nigrimanum* Macquart, 1838 e *Simulium amazonicum* Goeldi, 1905. Contudo, o brasileiro Adolpho Lutz foi o primeiro pesquisador a se dedicar aos trabalhos sobre simulídeos, sendo, portanto, considerado o precursor dos estudos da família Simuliidae no país (ANDRADE, 1988).

Os borrachudos são insetos dípteros de hábitos diurnos que pertencem à Família Simuliidae. Geralmente, possuem pernas curtas, e aspecto corcunda. Medem de 1 a 5 mm de comprimento, (Figura 1). Na fase adulta esses insetos são pequenos, apresentando um corpo bem definido, geralmente com dois a quatro milímetros de comprimento. Sua coloração quase sempre é negra, podendo, no entanto, apresentar-se castanha, castanha avermelhada ou amarela. Possui asas grandes e largas que fecham completamente uma sobre a outra quando repouso. Seu aparelho bucal é do tipo sugador. Os ovos são de pequenas dimensões, forma ovóide alongada e superfície lisa, ocorrendo no Brasil cerca de 40 a 50 espécies (GRAVATAÍ, 2005).

Os insetos do gênero *Simulium* são encontrados no território brasileiro nos estados de Mato Grosso, Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, tanto no interior como no litoral do Brasil (NEVES, 1991 citado por SILVA 2007).

Machos e fêmeas se alimentam de sucos vegetais e substâncias naturalmente adocicadas, mas somente as fêmeas ingerem sangue para poderem maturar os ovos. O diformismo sexual é notado pelo aspecto dos olhos: juntos nos machos e separados nas fêmeas (LUTZ, 1909 citado por AMARAL-CALVÃO; MAIA-HERZOG, 2003).

Os adultos (fêmeas e machos) podem viver na natureza de 3 a 4 semanas. As fêmeas ovipositam sobre pedras, galhos e folhas, substratos encontrados em cachoeiras, rios ou

córregos. Depositam seus ovos, preferencialmente, em pequenos córregos, com bastante queda, e procuram lugares onde estes formam cachoeiras, nas quais encontram-se plantas herbáceas, folhas secas, raízes e galhos. Os ovos são depositados bem acima do nível da água, de modo que, na primeira enchente, fiquem submersos, permitindo a larva cair na água.

Cada fêmea coloca em média por postura 200 a 300 ovos, amadurecendo em torno de 5 a 6 dias dependendo da temperatura da água e da espécie (ARAÚJO-COUTINHO, 1990). Sabe-se, também, que as fêmeas somente depositam seus ovos em locais de bastante luminosidade, justamente lugares onde não há sombra de árvores. Dois ou três dias depois da cópula, as fêmeas iniciam sua postura, que é feita em água corrente (GUIMARÃES, 1986). Os ovos dos borrachudos são, em geral, de formato oval a quase triangulares (PAIVA, 2000).

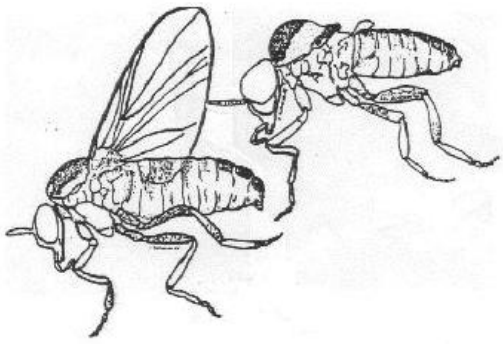

Figura 1 - Inseto adulto. (Fonte: www.sucen.sp.gov.br).

Após esse período, se inicia a eclosão das larvas (Figura 2) que se fixam e se locomovem aderidas aos substratos através de uma teia, produzidas por substância salivar. Uma vez eclodidas, as larvas fixam-se às plantas por meio de uma ventosa. Estas fabricam fios de seda, o que permite que atinjam qualquer lugar, mesmo quando na presença de forte correnteza (MORAES; CHAVES, 1974).

As larvas necessitam de grande quantidade de oxigênio, por isso fixam-se em pedras com água corrente; sendo que, a larva possui uma ventosa na extremidade posterior com a qual se fixa no substrato escolhido (MORAES; CHAVES, 1974).

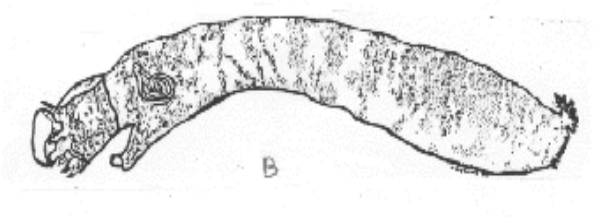

Figura 2 – Fase larval do *Simullium pertinax*. (Fonte: www.sucen.sp.gov.br).

Essa fase larval, dura aproximadamente 15 dias formando um casulo quando pronta para empupar, originando a pupa (Figura 3). Essa forma apresenta vários filamentos traqueais, que ficam para o lado de fora do casulo, facilitando a respiração.

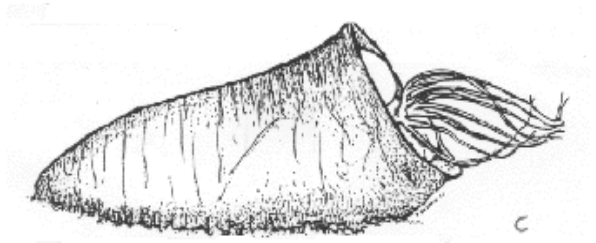

Figura 3 – Fase pupária do *Simullium pertinax*. (Fonte: www.sucen.sp.gov.br).

A cor das pupas, quando os adultos estão prontos para emergir (nascer), é mais escura do que a das pupas recém formadas. Cerca de três dias depois dessa fase, surge o adulto. A emergência do adulto tem a duração de cerca de um minuto. De acordo com Paiva (2000), o adulto "nasce" debaixo d'água, onde eclode envolvido por uma pequena bolha de ar, que quando atinge a superfície, estoura, lançando o inseto no ar. Depois de bem seco, ele voa até um abrigo, apesar de geralmente não se afastarem muito de seu criadouro.

Os adultos (fêmeas e machos) podem viver na natureza de 3 a 4 semanas. A temperatura tem grande influência na fase adulta dos

borrachudos. Eles vivem maior número de dias quando a temperatura é baixa, tendo sido observada a sobrevivência de 89 dias com temperatura de 10ºC e de apenas 14 dias com temperatura de 25ºC (PEGORARO, 1987).

A Questão Ambiental: Causas do Desequilíbrio Populacional

Os borrachudos têm-se mostrado uma ameaça a diversas áreas, abrangendo, inclusive, áreas de interesse financeiro. Por essa razão, espécies desse gênero têm suscitado investigações de ordem bionômica, ecológica, taxonômica e sobre métodos de controle químico e bacteriológico e técnicas de manejo mecânico.

O próprio estilo de vida do ser humano já proporciona um forte impacto na natureza. De uma maneira ou de outra, o ser humano contribui para a proliferação de pragas. Com o crescimento dos centros urbanos ocorre a degradação do meio ambiente e uma alteração significativa nas espécies animais, segundo a SUCEN (1997) os simulídeos têm diferentes formas de ação nas regiões em que estão distribuídos seus vários gêneros e, como cada região tem suas peculiaridades ele apresenta diferentes graus de impacto, devido a fatores limitantes para suas condições de vida.

Em algumas localidades do mundo os simulídeos proliferam tão descontroladamente que chegam a deteriorar profundamente a qualidade de vida da população, atuando como vetores de organismos patogênicos e como pragas hematófagas de seres humanos e animais domésticos.

Toda essa transformação sofrida pelas diferentes populações de animais existentes recebe o nome de adaptação e, é graças a ela que estes conseguem se manter vivos, mesmo em ambientes onde a degradação é mais acentuada.

Não se pode esquecer de que, na natureza, tudo está interligado e, portanto, quando se altera uma determinada população de animais, conseqüentemente, se está alterando várias outras que dela dependem. Várias são as condições para que os borrachudos se proliferem de forma desordenada e a maioria delas é proporcionada pelo homem e sua falta de consciência com relação à gravidade do impacto causado na natureza por seus maus hábitos.

Uma vez considerada praga em várias regiões do Brasil, essa espécie tem recebido grandes esforços de controle nas últimas décadas (ANDRADE, 1989b). Grandes infestações desse inseto, que foram registradas em outros países foram relacionadas com o aumento de matéria orgânica nos rios, pelo lançamento de despejos domésticos, agrícolas e industriais (PAIVA, 2000).

Altos níveis de matéria orgânica contribuem para o desenvolvimento das larvas de borrachudo e têm influência no aumento da população do inseto. Com a matéria orgânica sendo depositada diariamente nos rios e córregos, a água torna-se imprópria para a sobrevivência de certos alevinos, como os lambaris, que por sua vez, alimentam-se dos ovos e larvas do *Simulium pertinax* depositadas na água. A degradação de rios e áreas circunvizinhas, juntamente com a pesca predatória, aumenta o desaparecimento desses peixes e, em conseqüência, aumenta-se exageradamente a população do inseto.

A expansão da avicultura e suinocultura trouxe a produção de grandes quantidades de dejetos, que pela falta de tratamento adequado se transformou na maior fonte poluidora dos cursos hídricos em várias regiões do Brasil. Os despejos agrícolas e domésticos, como esgoto humano e dejetos animais, servem como fonte de alimento para o borrachudo em sua fase de larva, assim como, os detritos lançados nas águas, tais como pedras, gravetos, folhas e até troncos de árvores, entre outras formas de substratos, facilitam a aderência dos ovos do inseto (LUDKE; LUDKE, 2003).

Outro importante agravante das populações

de *Simulium pertinax* é o desmatamento, mais diretamente de matas ciliares, posto que as fêmeas somente ovipositam em locais com considerável luminosidade, exatamente locais onde não existem árvores para fornecerem sombra.

É importante ressaltar a eliminação de inimigos naturais, como sapos e rãs, animais estes, predadores do inseto adulto.

O Borrachudo Como Indicador da Qualidade da Água

Segundo Paiva (2000), em estudos feitos no Estado do Paraná, foi observada a sobrevivência dos borrachudos, no laboratório, quando era colocada matéria orgânica na água. Com isso os cientistas concluíram que a poluição orgânica teve efeito favorável sobre o desenvolvimento desse inseto e que o mesmo poderia ser utilizado como indicador biológico de qualidade de água. Em monitoramento da micro-bacia do Lageado dos Fragosos – Concórdia, SC – com contagens de larvas de borrachudo, verificou-se que a entrada contínua de dejetos de animais foi mais favorável ao desenvolvimento dos borrachudos do que a entrada intermitente. Em outro trabalho concluiu-se que a maior incidência de larvas de borrachudo estava relacionada a maiores níveis de poluentes orgânicos de origem animal e, ou humana nos cursos de água, podendo esses imaturos serem indicadores biológicos da poluição por resíduos orgânicos em cursos d´água.

Observa-se nas saídas de lagoas naturais e de açudes uma grande criação de larvas de borrachudo porque nesses dois casos a água possui altos níveis de nutrientes. Esse mesmo fato também já havia sido observado no Canadá. Em resumo, altos níveis de matéria orgânica contribuem para o desenvolvimento das larvas de borrachudo e têm influência no aumento da população do inseto (PAIVA, 2000).

O *Simulium pertinax*, é uma das espécies que tem preferência em sugar sangue humano, e mostra-se totalmente adaptada a certos níveis de poluição que outras espécies não sobrevivem (LOZOVEI, DA CUNHA; DE BASSI 1989).

Problemas Causados Pelo Inseto

Das mais de 1.700 espécies registradas na família Simuliidae estima-se que apenas 10% atacam o homem e animais domésticos, e destas, cerca de 40 são de interesse médico e/ou veterinário, como vetoras de doenças ou muito incômodas (CROSKEY, 1990).

No Brasil a importância epidemiológica dos insetos hematófagos da família Simuliidae é determinada pelo seu ataque ao homem e vai desde a transmissão da Oncocercose em áreas geográficas restritas até situações de agravos determinados por suas picadas principalmente nas regiões sudeste e sul, de acordo com Mardini (2000).

Os borrachudos afetam o homem e os animais de várias formas: algumas espécies podem transmitir enfermidades; suas picadas causam infecções e alergias e incômodo pela quantidade e o hábito de voar ao redor da cabeça, rosto, braços, pernas e o corpo. O repasto (picada) parece acontecer somente depois da cópula, sendo somente a fêmea hematófaga. O momento da picada geralmente passa despercebido, pois a picada não é muito dolorosa, porém fica sempre marcada por um ponto vermelho característico, diferente da picada de pernilongos. Rapidamente, após a picada, segue-se uma forte irritação com coceira, dor e inchaço. A reação pode variar de indivíduo para indivíduo, dependendo do grau de alergia (Figura 4).



Figura 4 – Indivíduo com picadas de Borrachudo. (Fonte: www.ib.unicamp.br).

O ato da picada é rápido e silencioso durando de 3 a 8 minutos. As picadas são indolores no principio devido as propriedade anestésicas da saliva. Diversos prejuízos sócio-econômicos são verificados devido ao ataque do borrachudo, como a diminuição do rendimento de mão-de-obra deixando pés e mãos de agricultores em feridas devido à coceira e causando alergias. Os insetos vêm inclusive, invadindo a área urbana de algumas regiões (ÁGUAS DO VALE, 2005).

Em algumas localidades das regiões Sul e Sudeste, a espécie causa grandes danos, sendo a principal espécie-alvo de programas de controle de simulídeos que existem (RUAS-NETO; SILVEIRA, 1989 citado por SILVA 2007).

O incômodo causado por esses insetos impossibilita a concentração de estudantes nas escolas, dos produtores rurais em sua lida diária, e até interfere no turismo da área afetada, devido ao incômodo causado nos turistas. Também os animais sofrem com o ataque: reduzem o ganho de peso, a produção de leite e ovos, causando stress e sofrimento.

A atividade de alimentação das fêmeas ocorre principalmente nos períodos da manhã e tarde. O sangue ingerido é utilizado para o desenvolvimento dos ovos no interior das fêmeas, que varia conforme a temperatura ambiente. O hábito hematófago voraz das fêmeas da espécie Simulium pertinax perturba e limita as atividades cotidianas das pessoas, e o desenvolvimento de algumas regiões que vivem quase exclusivamente do turismo (SOUZA et al., 1994). Algumas famílias rurais são obrigadas a abandonar suas terras por não conseguirem conviver com o problema (STRIEDER, 2005).

Para evitar as picadas do borrachudo, são adotadas diversas medidas de acordo com Saito, (2004), tais como o uso de repelentes tópicos, sendo estes industrializados ou não, como a citronela (Figura 5); planta aromática que ficou bem conhecida por fornecer matéria-prima (óleo essencial) para a fabricação de repelentes contra mosquitos e borrachudos. Há quem pergunte se apenas cultivando a citronela no jardim é possível usufruir do poder repelente da planta. A resposta é sim, mas com uma ressalva: para que o resultado seja positivo, é preciso plantar a citronela no caminho percorrido pelo vento, de forma que leve o aroma até o local de onde desejamos manter os mosquitos afastados. Uma outra forma de aproveitar o poder repelente da planta é fazer um chá com as folhas da planta e usá-lo para limpar o chão, passar em parapeitos de janelas, etc (LÁSZLÓ, 2012).



Figura 5 – Citronela. (Fonte: Saito, 2004).

Usar camisa de manga comprida, calça, meias ou botas evitando que fiquem expostas partes do corpo e evitar as áreas de

concentração do Simulideo em horário de pico de suas picadas são eficazes meios de se proteger contra as picadas.

Medidas de Controle

O controle de borrachudos segue dois momentos onde um complementa o outro e separadamente não conseguirão resultado favorável: as medidas mecânicas e as medidas biológicas. Para Ruas-Neto et al. (1985) o controle de borrachudos, tanto das espécies transmissoras de doenças como das populações incômodas pela densidade do seu ataque, tem sempre se constituído em grande desafio na área de saúde pública.

Devido ao fato das populações precisarem ser controladas durante normalmente o ano todo, com aplicações periódicas de inseticidas e em vastas áreas, são vários os casos onde ocorreu o desenvolvimento de resistência.

As medidas de controle cultural estão fundamentadas na modificação do comportamento da população humana e envolve mudanças de hábitos. Têm como objetivo tratar as causas da criação exagerada de borrachudos. Considerando o efeito da poluição orgânica sobre o aumento da população de borrachudos, a primeira e mais importante medida, é a contenção do despejo dos dejetos, tanto animais como humanos, nos cursos de água. A construção de esterqueiras e outras formas de manejo adequado dos dejetos de suínos e bovinos, bem como a construção de fossas e sumidouros para os resíduos humanos, o tratamento adequado dos esgotos e resíduos das indústrias de alimento e abatedouros, são ações indispensáveis para se atingir o controle desta praga num programa baseado no controle integrado (PAIVA, 2000).

A prática generalizada da transformação dos riachos em lixeiras coletivas é outro 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.

Para Melo (1984) outro fator de extrema importância no controle do inseto dá-se através da preservação das matas ciliares, e o reflorestamento das áreas degradadas. O reflorestamento das áreas degradadas trará como benefício o sombreamento, que pode diminuir o estímulo luminoso à postura pelas fêmeas do inseto e reduzir a temperatura da água, prolongando o período de larva. Serve também como barreira mecânica ao deslocamento dos insetos adultos e o e povoamento com pássaros predadores.

A caça e a pesca predatória influenciam diretamente na superpopulação dos borrachudos, afirmando Guimarães (1986), que animais como certas aves, peixes e anfíbios atuam com grande eficácia na eliminação do inseto, que serve como alimento para estes, como o Lambari, por exemplo (Figura 6).



Figura 6 – Lambari. (Fonte: www.aguasdovale.com.br).

O controle de borrachudos está direcionado, principalmente, para a fase de larvas, por estarem fixas em substratos no interior de diferentes corpos d'água em movimento. O Brasil está entre um dos países pioneiros em adotar o método de controle biológico com o uso do *Bacillus thuringienses*

var israelensis. Este larvicida biológico é amplamente utilizado em programas de controle biológico em todo o mundo, se tratando de uma bactéria entomopatogênica, ou seja, específica para controlar os inseto-alvo. Por isso, o produto é inofensivo á saúde humana e ao meio ambiente, podendo ser utilizado em caixas d'água domésticas e em cursos d'água.

De acordo com Becker (2000), todos os estudos feitos após a introdução do Bti mostram que ocorreu um controle eficiente, sem que ocorressem danos ao ambiente, não havendo redução da biodiversidade dos locais tratados.

O *Bacillus thuringienses* var israelensis, descoberto em 1976, tem ampla comprovação na literatura de ser eficiente no controle de simulídeos. Essa bactéria foi isolada pela primeira vez no Japão no início do século, causando mortalidade em larvas do bicho da seda. Alguns anos mais tarde, certo pesquisador alemão isolou a mesma bactéria, executando outros testes, e assim deu-lhe o nome de sua cidade, Thuringia. Em 1976, pesquisadores de Israel também realizaram procedimentos envolvendo a eficácia da bactéria contra larvas de mosquitos, batizando-a finalmente de *Bacillus thuringienses* var israelensis (Bti).

Essas bactérias formam esporos quando o ambiente é inadequado e para de crescer. Ao lado deste esporo surge um cristal protéico, que é na verdade, uma toxina, que quando ingerida pela larva libera uma fração tóxica e letal chamada delta-entoxina que destroe as células do epitélio intestinal, matando a larva (RUAS-NETO et al., 1985).

O mecanismo de ação pelo qual o Bti produz um bom efeito residual é diferente daquele que ocorre com os inseticidas tradicionais. Estes últimos quando aplicados exterminam, além da população alvo, toda a fauna aquática existente, ficando o efeito residual na dependência apenas da ação direta do inseticida, ou seja, do envenenamento da coleção de água. Cessando o efeito do veneno, como o inseto apresenta ciclo biológico inferior ao de seus predadores naturais, terão todas as condições para, em pouco tempo, desenvolverem uma grande população, uma vez que agora não terá predadores por um certo período. Diferentemente, o Bti funciona de uma forma direta, eliminando grande quantidade de larvas (mais de 90%) e de uma forma indireta, como um aliado da natureza, preservando os predadores naturais.

Contudo, vale lembrar que a ação do Bti sofre influência de matéria orgânica nas águas dos criadouros. Assim sendo, em águas muito poluídas recomenda-se as doses maiores do produto. Para Andrade (1988), um outro aspecto importante a ser levado em consideração é a estabilidade da formulação, o que lhe permite ficar em suspensão na água tempo suficiente para uma atuação eficaz. Com relação aos borrachudos, esta qualidade permite um melhor carreamento do produto.

A performance do Bti é altamente influenciada pela quantidade de matéria orgânica na água do criadouro. Assim, doses maiores são necessárias para estes habitats. O controle consiste na aplicação quinzenal do larvicida diretamente nos pontos distribuídos nos criadouros, utilizando-se para isso dosadores calibrados (Figura 7).



Figura 7 – Aplicação de Bti em criadouro. (Fonte: www.sucen.sp.gov.br).

De um modo geral, em 2002,

aproximadamente 360 toneladas de *Bti* foram usadas no combate de vetores no Brasil (FUNASA, 2002), consumindo US$ 2,2 milhões. O uso de bactérias no controle biológico das larvas de mosquitos tem-se destacado entre as diversas estratégias que compõem os programas de manejo integrado. As principais razões para isto são as suas vantagens em relação aos inseticidas químicos. Esses produtos possuem inúmeras formulações e são usados contra diversas espécies de mosquitos, com um preço um pouco superior aos produtos tradicionalmente utilizados, mas competitivos quando considerados os custos sociais e ambientais do uso de inseticidas não seletivos em ecossistemas aquáticos (VILARINHOS, 1998).

O controle de insetos, durante muito tempo, foi realizado através da aplicação de substâncias que matavam ou inibiam o seu desenvolvimento, sem preocupação com as causas do aumento dessa população. No Brasil a proliferação de borrachudos foi controlada durante muitos anos com o uso de produtos químicos, entre eles os organofosforados.

De acordo com Ruas-Neto et al. (1985) dos produtos fosforados que eram utilizados, o mais difundido no sul do país foi o Temephos, aos quais os insetos desenvolveram resistência, por ter necessidade de ser usado durante todo o ano. Para a Superintendência (1981), atualmente, o principal problema do uso de pesticidas químicos para o controle é o desenvolvimento da resistência, resultando na redução da eficiência do produto devido à morte de todos os indivíduos suscetíveis, restando apenas os imunes ao produto. O aspecto mais sério, neste caso, é o aumento do risco ambiental e do custo de controle, porque, usualmente, é realizado um número maior de aplicações para se garantir um controle satisfatório.

No Brasil, o primeiro registro de resistência ao Temephos pode ser entendido como o feito em 1984, no Estado do Rio Grande do Sul. Foi relatada uma "ineficiência do produto" no controle de *S. (C.) pertinax*, depois de doze anos de iniciado o programa oficial em 1972. Havendo demonstrado todas essas restrições, há, então, uma necessidade de se optar por outros produtos para se controlar simulídeos que apresente uma maior eficiência (RUAS-NETO et al., 1985).

Quando seu uso não é mais possível, a melhor opção tem sido o controle biológico por produtos a base de *Bacillus thuringiensis* var. israelensis (Bit). Segundo Araújo-Coutinho (1995), desde 1990 a Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo vem utilizando produtos à base de *Bti* no programa de controle de simulídeos realizados ao longo da Serra do Mar. Esta nova estratégia substitui o programa iniciado em 1986 que utilizava Temephos como agente de controle.

Possivelmente, pode-se fazer uso de “carros-fumacê” para eliminar os insetos adultos, ou seja, o borrachudo que já pode voar, não obtendo também grande eficiência, pois segundo o que já foi dito, o controle do inseto está voltado para o período larval.

Educação Ambiental

Para o controle efetivo do borrachudo é necessário o envolvimento de toda comunidade, pois dependerá dela a mudança de comportamento, que trará a melhoria da qualidade de vida para os habitantes. A introdução do tema “controle de borrachudo” no programa de educação ambiental das escolas ajudará a conscientizar as crianças e adolescentes a viver em equilíbrio ambiental, demonstrando o efeito negativo do desequilíbrio ambiental sobre a qualidade de vida da população, podendo os próprios estudantes realizar projetos de conscientização comunitária.

A participação de órgãos como secretarias de saúde, meio ambiente, da educação e, da própria prefeitura da área afetada é fundamental, trabalhando para envolver áreas rurais e urbanas na identificação de focos de

borrachudo. 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.

Pesquisadores, como Melo et al. (1984), Mardini (2000) e Ruas-Neto et al. (1985) recomendam a integração de métodos, a educação ambiental das comunidades envolvidas e a preservação ambiental pela eficiência indefectível no controle de borrachudos.

O controle de simulídeos 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. No Brasil, são poucos os trabalhos relacionados ao controle com Bti. Rio Grande do Sul foi o primeiro estado a trabalhar com este biolarvicida (RUAS-NETO et al. 1985; SOUZA et al. 1994). São Paulo também conta com alguns trabalhos (ARAÚJO-COUTINHO; LACEY 1990; ANDRADE; CASTELO BRANCO 1991).

O manejo mecânico consiste na remoção de imaturos (ovos, larvas e pupas) com todos os tipos de substratos vegetais, galhos, folhas caídas e represadas, plantas aquáticas e semi-áquaticas, e artefatos de lixo doméstico acumulados ao longo do leito do riacho. O método integrado abrange, além de manejos mecânicos, a exposição de larvas ao biolarvicida (Bti).

Os manejos mecânicos deveriam constituir o método preferencial pela fácil e econômica execução e pela certeza de resultado mais rápido. Estas vantagens deveriam incentivar a comunidade a interessar-se pela técnica e a adotá-la. Promover uma educação ambiental e hidrográfica em comunidades com proliferação exagerada de simulídeos e estimulá-las a resolverem suas necessidades por iniciativa e recursos próprios. Para ser duradoura, a melhor qualidade de vida inclui constante empenho, zelo pela higiene do meio e adoção de medidas de reequilíbrio ambiental.

Várias são as condições para que os mosquitos se proliferem de forma desordenada e a maioria delas é proporcionada pelo homem e sua falta de consciência com relação à gravidade do impacto causado na natureza por seus maus hábitos. Várias outros impactos ambientais podem contribuir para o desequilíbrio populacional dos simulídeos, como as alterações no leito de córregos e rios, o uso e ocupação do solo em áreas às suas margens e a destruição da vegetação ciliar nativa. Essas atividades podem resultar no aumento populacional de algumas espécies e na redução da biodiversidade, com eliminação dos predadores naturais. Nesse contexto, a conservação da qualidade da água e a preservação da integridade biológica dos cursos hídricos deve receber destaque entre as ações a serem implementadas pelas equipes técnicas dos programas de controle dos simulídeos (STRIEDER, 2005).

Sensibilizar as populações atingidas por borrachudos de que esta espécie deve ser controlada e não exterminada, visto que estes têm sua função na natureza, o que contribui de alguma forma para que haja um equilíbrio ambiental, é de extrema importância.

CONCLUSÕES

O problema da infestação do mosquito do gênero *Simulium* estabelece relação direta com a questão ambiental e com o ser humano.

Para amenizar a infestação do mosquito a população deve tomar medidas para sanar a questão da falta de saneamento básico, desmatamentos, superpopulação urbana desordenada e o êxodo rural.

O Projeto "Meio Ambiente" realizado em Celina, Alegre, ES é muito importante para a população para controlar o inseto, posto que nenhuma espécie deva ser completamente exterminada, tendo esta seu papel na cadeia alimentar.

As escolas da comunidade afetada pela infestação desordenada do mosquito devem integrar-se ao projeto e trabalhar o tema proposto com seus alunos, auxiliando na conscientização.

REFERÊNCIAS

ÁGUAS DO VALE. **CONTROLE DE BORRACHUDOS,** 2005. Disponível em: <www.aguasdovale.com/alevinos.php>. Acesso em: 09 abr. 2012.

AMARAL-CALVAO, A.M.R. do; MAIA-HERZOG, M. Coleção de simuliídeos (Diptera - Simuliidae) de Adolpho Lutz, sua história e importância. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v.10, n.1, p.259-271, 2003.

ANDRADE, C.F.S.; A. CASTELO BRANCO JR. 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 de Saúde Pública**, v.25, n.5. p.367-370. 1991.

ANDRADE, C.F.S. Manejo integrado de borrachudos. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 1989, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill. 1989a.

ANDRADE, C.F.S. **Ecologia da Supressão de Populações de Culicídeos e Simulídeos.** 1989b. 342p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ANDRADE, C.F.S. Resistência de populações de simulídeos à inseticidas. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE VETORES URBANOS E ANIMAIS SINANTRÓPICOS, 1998, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1988.

ARAÚJO-COUTINHO, C.J.P.C. Biological control program against simuliids in the Stade of São Paulo, Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v.**90, :131-133.1995.

ARAÚJO-COUTINHO, C.J.P.C.; LACEY, L. Controle de Simulídeos com concentrado emulsionável de *Bacillus thuringiensis*. **Boletín de La Oficina Sanitaria Panamericana**, v.108, n.3, p.213-219, 1990.

CALIJURI, M.L; LORENTZ, L.F. Levantamento de Dados e Desenvolvimento de Ferramentas para Gerenciamento de Redes de Esgotamento Sanitário**. Engenharia Sanitária e Ambiental,** v.8, n.4, p.202-208, 2003.

CAMPOS, J.; ANDRADE, C.F.S. Considerações sobre os simulídeos (Diptera, Nematocera) e o seu controle. **Entomología y Vectores**, v.8, p.27-50. 2001.

CROSSKEY, R.W. **The Natural History of Blackflies**. Chichester: John Wiley e Sons Ltd. 1990.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. **Roteiro para capacitação de agentes do PACS/PSF nas ações de controle da dengue.** Brasília, 2002.

GRAVATAÍ. **Prefeitura fará campanha de Combate ao Borrachudo, 2005.** Disponível em: <www.gravatai.rs.gov.br>. Acesso em: 02. mai. 2012.

GUIMARÃES, E.L.G. Biologia e controle de simulídeos no Estado do Paraná. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE VETORES URABNOS E ANIMASI SINANTRÓPICOS, 1., São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1986. p.24.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida>. Acesso em: 12. jun. 2012.

LÁSZLÓ, F. **Capins na Aromaterapia:** Capim cidreira, limão e gengibre, palmarosa, jamrosa, citronela. Disponível em: <

http://www.esalq.usp.br/siesalq/pm/citronela.pdf>. Acesso: 13 jun. 2012.

LOZOVEI, A.L.; CUNHA, M.C.I. da; BASSI, R.M.A. de. Estudo das espécies de Simulídeos (Diptera, Simuliidae), que se procriam em vertedouros de açudes de piscicultura, Região Metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v.**3, p.103-111, 1989.

LUDKE, J.V.; LUDKE, M. do C.M.M. Produção de suínos com ênfase na preservação do ambiente, 2003. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/?/artigos/2003/artigo-2003-n21.html>. Acesso em 16 de abr. 2012.

MARDINI, L.B.L.F. Programa de Controle de *Simulium* sp. no Rio Grande do Sul. **Vetores e Pragas, v.**2, n.6, p.23-25, 2000.

MELO, J.L.B. de; SOUZA, M.A.T.; OLIVEIRA, S.J.B. de. Considerações gerais sobre o método de controle mecânico dos simulídeos. **Boletim de Saúde**,, v.11, n.12, p.12-16. 1984.

MORAES, M.A.P.; CHAVES, G.M. Um caso de oncocercose no território de Roraima, Brasil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**. v.16, n.2, p.110-113, 1974.

PAIVA, D.P. **O borrachudo como indicador biológico da qualidade da água.** Embrapa Suínos e Aves - Concórdia, SC. 2000.

PEGORARO, R.A. Longevidade de *Simulium (Chirostilbia)* pertinax kollar, 19832 (Diptera. Simuliidae) em ambiente controlado, com diferentes dietas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.16, n.2, p.315-324, 1987.

RUAS-NETO, A.L.; SOUZA, M.A.T; SEVERINO, S.; MELO, J.L.B. de; SILVEIRA, S.M.; FORTES, N.D.F. de. Controle integrado de *Simulium (Chirostilbia) pertinax* Kollar, 1832. 1. Utilização de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* em três municípios do Rio Grande do Sul. **Boletim de Saúde**, v.12. n.2, p.17-20. 1985.

SAITO, ML. **As plantas praguicidas**: alternativa para o controle de pragas na agricultura. Jaguariúna, abril, 2004.

SILVA, M. da. Alternativas para a produção de bioinseticida Bti: uso do processo semicontínuo e do processo em estado sólido. 2007. 127p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SOUZA, M.A.T.; MARDINI, L.L.F.; GOMES, E.C.; SILVEIRA, G.L. da. **Evolução do Controle Biológico de Simulídeos através do *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* no Rio Grande do Sul, Brasil**. Informe do Programa Estadual de Controle dos Simulídeos da Divisão de Zoonoses e Vetores da Secretaria de Saúde e Meio Ambiente, Rio Grande do Sul, 15 p. 1994.

STRIEDER, M.N. Controle eficiente dos borrachudos. **Ciência Hoje,** v.36, p.70-71, 2005.

SUCEN – Superintendência de controle de endemias. Disponível em: <www.sucen.sp.gov.br/doencas/simulideos>. Acesso em: 15. mai. 2012.

SUCEN – Superintendência de controle de endemias – **Relatório das atividades do programa de controle de simulídeos,** 1997.

VILARINHOS, P.T.R.; DIAS, J.M.C.S.; ANDRADE, C.F.S.; ARAÚJO-COUTINHO, C.J.P.C. Uso de bactérias para o controle de culicídeos e simulídeos**.** In: ALVES ,S.B. **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz; 1998.