

# Fitotelmata como modelos naturais de avaliação de segurança ambiental para uso de inseticidas extraídos de plantas

Phytotelmata as natural models for evaluation of environmental safety for insecticides extracted from plants

Direlle LA Pratti<sup>1,3</sup> e Ary G Silva<sup>2,3</sup>

1. Doutorado em Ecologia de Ecossistemas, bolsista de Doutorado FAPES; 2. Professor Titular V, bolsista FUNADESP de produtividade em pesquisa; 3. Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas; 5. Graduação em Medicina Veterinária; 6. Universidade Vila Velha – UVV. Rua Comissário José Dantas de Melo, 21, Boa Vista, Vila Velha, ES, Brasil. CEP: 29.102-770.  
\*Autor para correspondência: [driellepratti@gmail.com](mailto:driellepratti@gmail.com)

A expansão do transporte aéreo mundial e do comércio marítimo supera barreiras geográficas para insetos vetores de doenças, permitindo que cubram amplas áreas de distribuição em curtos períodos de tempo. Com o crescimento da movimentação de grandes contingentes de grupos humanos por terra, mar e ar, várias infecções foram disseminadas pelo mundo. Quando todo transporte se limitava ao deslocamento a pé ou sobre animais, as doenças eram mais circunscritas a determinadas regiões do globo. Com o advento das embarcações e o surgimento de viagens intercontinentais durante as primeiras explorações do planeta, essas infecções se tornaram de porte maior atingindo regiões geograficamente isoladas umas das outras, caracterizando casos típicos de bioinvasão.

Entre as doenças propagadas pela modernização da rede de transportes a malária assumiu um papel importante, sendo causada pelo *Plasmodium falciparum* (Welch, 1897), tendo como vetor o mosquito *Anopheles gambiae* Giles, 1902, originário da África ocidental subsaariana, que chegaram ao Brasil pelo nordeste em 1929, provavelmente a partir do Senegal. Acredita-se que esta espécie de mosquito tenha sido erradicada do Brasil no final da década de 40, quando os esforços de controle terminaram com as epidemias, porém, baixos níveis de transmissão localizadas na zona rural ainda persistem.

Além da malária, doenças como a febre amarela e a dengue adquiriram importância para a saúde pública mundial pelo fato de apresentarem um mosquito vetor em comum, *Stegomyia aegypti* (Linnaeus, 1762), nativo das regiões tropicais e sub-tropicais da África Ocidental, que se espalhou e se adaptou a criadouros antrópicos e peridomiciliares, bem como recipientes de armazenamento de água em navios. Assim, com as grandes navegações e o comércio de escravos, esses mosquitos chegaram a Portugal e Espanha, principalmente nas cidades portuárias, indo também se estabelecer em todas as regiões temperadas e tropicais das Américas, com a colonização europeia do Novo Mundo, causando grandes epidemias.

As primeiras notificações da presença de *St. aegypti* em solo brasileiro datam de 1686, associado a uma epidemia de febre amarela na Bahia, embora houvesse uma epidemia anterior em 1685 em Recife, para a qual não houve registros explícitos da atuação daquele vetor. Esse vetor, foi supostamente erradicado, do Brasil em 1955, porém, novos surtos epidêmicos foram relatados nos anos 70. Atualmente, em tempos de mudanças climáticas, a dengue se tornou uma pandemia de enorme preocupação para a saúde pública devido à ecologia do mosquito vetor estar disseminada em toda a região intertropical que possuem maiores densidades demográficas no planeta.

Com a crescente disseminação mundial de dengue, espera-se que um impacto igualmente grande ocorrerá no setor da saúde, implicando também em fortes danos para a economia global. O total dos custos médios em dólares internacionais para cada ambulatorial e cada caso hospitalizados foram estimadas, respectivamente, em I\$ 514,00 e em I\$ 1.394, em cinco países americanos e três países asiáticos. Com uma média anual de 574.000 casos notificados, o custo financeiro total anual estimado para a dengue nos oito países de estudo é de pelo menos I\$ 587 milhões. Se for levado em conta um eventual ajuste em função da subnotificação pode elevar esse total para US\$ 1,8 bilhões, e incorporando os custos de vigilância e controle do vetor da dengue elevaria o montante a um valor ainda maior, pois ainda não há vacinas disponíveis, devido à dificuldade de encontrar uma solução que contemple os quatro tipos virais até agora identificados.

Na ausência de uma vacina contra a dengue, cujo desenvolvimento tem sido dificultado pela existência dos quatro tipos virais, a ação mais eficaz de prevenção tem sido o controle das populações do mosquito vetor já na fase adulta, que tem sido feita principalmente com o uso de inseticidas sintéticos da classe dos organofosforados e piretróides. Entre os anos de 1940 a 1980 essas substâncias foram amplamente utilizadas sem restrições e com bastante sucesso, mas com o passar dos anos, pesquisas

descobriram que os mosquitos adquiriam certa resistência a esses inseticidas, e que os mesmos produziam grandes danos aos ecossistemas. Em 1999 foram registrados os primeiros sinais de resistência ao temephós – inseticida da classe dos organofosforados - em populações de mosquitos no estado de São Paulo, feita pela Rede Nacional de Monitoramento da Resistência de *Aedes aegypti* a Inseticidas – MORENAa, devido a isso começaram a busca por novos meios de combate inclusive com produtos naturais, considerando a diversidade de plantas, principalmente nos trópicos onde a epidemia da dengue têm se concentrado.

Os mosquitos vetores vivem e se reproduzem em água estagnada. O meio de prevenção da doença e eliminação do vetor consiste primariamente na erradicação desses criadouros, como a eliminação de todos os resíduos sólidos que possam armazenar água. Para tanto é necessário o envolvimento do público e assim implementar um programa de controle do mosquito. O seu combate e/ou controle pode ser realizado por diversas formas, como através de controle químico, físico, biológico ou integrado, porém o controle químico é o mais utilizado, sendo feito com inseticidas e pesticidas sintéticos. Esse tipo de controle é rápido e eficaz, entretanto, em longo prazo traz sérios prejuízos ao meio ambiente, devido à alta toxicidade destas substâncias e à capacidade de permanecerem longos períodos no meio, poluindo água, solo e ar. Outro grande problema em relação às substâncias químicas sintéticas é sua capacidade de selecionar populações de *St. aegypti* cada vez mais resistentes. Isto por sua vez resulta no aumento da frequência e dosagem dos inseticidas, o que ocasiona em maior resistência dos vetores assim como danos ambientais.

Devido a esses prejuízos ocasionados, têm aumentado os estudos relativos ao uso de produtos naturais e biodegradáveis com atividade larvicida e adulticida, sendo as plantas a principal fonte para o controle de culicídeos. Os produtos naturais protegem o equilíbrio ecológico, além de serem disponíveis e economicamente viáveis. Os metabólitos secundários, compostos biossintetizados pelas plantas são considerados fonte potencial para o controle de mosquitos. Entre eles o óleo essencial é o que tem recebido destaque.

Os derivados de planta, extratos e óleos são amplamente conhecidos pela sua diversidade química e pela sua variada aplicação na indústria. As plantas possuem uma rica fonte de compostos químicos bioativos que podem ajudar no controle de pragas. O conhecimento popular sobre o uso e a eficácia das plantas contribui de forma relevante para a divulgação de suas propriedades, despertando o interesse de pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento.

Os produtos naturais tendem a contribuir para a manutenção do equilíbrio ecológico pelo fato de se originarem a partir de sistemas biológicos, além de serem disponíveis e economicamente viáveis, quando a obtenção é feita de forma sustentável. Os extratos de plantas têm sido usados devido a suas propriedades de controle do vetor, que tem efeitos mais específicos, podendo garantir menores danos ao ambiente e espécies que não sejam alvo do controle biológico. Compostos biossintetizados pelas plantas como metabólitos

secundários são considerados fonte potencial para o controle de vetores e entre eles, os óleos essenciais têm sido muito investigados, que são misturas complexas de compostos químicos com características voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas.

Diversos óleos essenciais têm sido usados no controle de insetos e pragas, sendo eficazes inclusive contra insetos adultos de *St. aegypti*, havendo outros que são repelentes. No que diz respeito às medidas de controle populacional do mosquito vetor da dengue, ainda é controversa a estratégia mais adequada, pois apesar da eliminação de adultos ser apontada como a medida de efeito mais produtivo no combate à dengue, vários trabalhos têm sido realizados, investigando a atuação de substâncias tanto naturais quanto sintéticas como larvicidas e ovicidas.

Quando a atenção se volta para a regulação populacional do mosquito inibindo a eclosão de larvas a partir de ovos, bem como nas diferentes etapas do desenvolvimento larvar, o foco de atuação muda do espaço aéreo ocupado pelo adulto, e se volta para as coleções de água em recipientes localizados no peridomicílio. Estes ambientes artificiais se aproximam, pelo menos potencialmente de um fitotelma que seriam coleções de água em formações vegetais sobre o ambiente terrestre, depositadas, por exemplo, em cavidades de árvores ou em órgãos coletores como o formado pela imbricação de folhas de bromélias. Tanto assim, que recipientes de materiais sintéticos têm sido utilizados como análogos artificiais para o estudo de fitotelmata em ambientes florestais.

Apesar do apelo de segurança ambiental e biológica dos produtos naturais, a segurança de uso dessas substâncias geralmente é feita através de testes de genotoxicidade feitos em bactérias ou em crustáceos. Porém, estes organismos isolados estão longe de representar a complexidade de um fitotelma. Entre as bromélias, por exemplo, quase a totalidade das espécies acumula água em um reservatório formado a partir da imbricação de suas folhas distribuídas de forma espiralada em um caule extremamente curto. Esses reservatórios servem de habitat a diversas formas de vida incluindo protistas, invertebrados e vertebrados, que utilizam a água contida no tanque das bromélias para reprodução e refúgio contra predadores, além de aumentar o número de habitat desses seres. As bromélias se beneficiam desta associação mutualística por assimilar nutrientes da decomposição da matéria orgânica e dos excrementos e/ou morte dos animais que ela.

Levando-se em conta então a teoria da compatibilidade biológica dos compostos químicos biossintetizados a partir de plantas serem mais compatíveis com os sistemas biológicos, os fitotelmata de bromélias da vegetação de restinga servem como promissor modelo de avaliação de risco para macroinvertebrados existentes nestes ambientes. Esta se consiste a base da proposta de projeto de pesquisa proposta e aprovada pelo Curso de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas da Universidade Vila Velha.