

7 Vigilância e Controle dos Moluscos de Importância Médica

7.1 Estratégias de controle da esquistossomose

Até a década de 70, o combate à esquistossomose tinha como objetivo principal o controle da transmissão. A principal medida era a redução das populações dos moluscos hospedeiros intermediários. A partir dos anos 80, depois do advento de drogas quimioterápicas mais eficazes, seguras e baratas, o principal objetivo passou a ser o controle da morbidade, com ênfase no tratamento quimioterápico (figura 57). Atualmente, a estratégia é conjugar o controle quimioterápico com medidas preventivas, como a educação em saúde e o saneamento.

Estratégias de controle da esquistossomose		Décadas					
		50	60	70	80	90	00
Objetivo	Transmissão	■	■	■	□	□	□
	Morbidade	□	□	□	■	■	■
Controle de moluscos	Químico	■	■	■	□	□	□
	Biológico	□	□	□	□	□	□
	Físico	□	□	□	□	□	□
Controle quimioterápico		□	□	□	■	■	■
Outras medidas de controle	Educação	□	□	□	□	□	□
	Saneamento	□	□	□	□	□	□

Figura 57. Evolução das estratégias de controle da esquistossomose desde os anos 50. Os sombreados escuros e claros indicam, respectivamente, alta e baixa prioridade.

O controle dos moluscos é recomendado apenas em casos especiais e em caráter complementar, como, por exemplo, quando há um surto localizado de casos agudos ou quando altas prevalências persistem mesmo com o tratamento periódico da população.

7.2 Métodos de controle dos planorbídeos

Os métodos de controle dos planorbídeos podem ser classificados em biológico, físico e químico. O biológico envolve a introdução de organismos com ação predadora, competidora, parasitária ou patogênica sobre os moluscos hospedeiros. O físico consiste na manipulação de fatores-chave do meio, capazes de impedir o desenvolvimento e a manutenção das populações dos moluscos. O químico consiste na aplicação de produtos tóxicos (moluscidas) nos criadouros. Como as três modalidades implicam ações de maior ou menor impacto ambiental, sua implementação depende de estudos prévios, tendo em vista a legislação ambiental (veja o capítulo 9).

7.2.1 Métodos biológicos

Estudos sobre o controle biológico dos moluscos hospedeiros têm sido realizados desde a década de 50, principalmente em caráter experimental. Várias espécies de animais têm sido utilizadas como “competidoras/controladoras” das populações de planorbídeos. Alguns exemplos são vistos a seguir.

- Outros moluscos

A interação competitiva entre caramujos tem sido muito estudada, e há várias espécies potencialmente concorrentes entre si, tais como: *Thiara granifera*, *Melanoides tuberculatus* (Müller, 1774), *Marisa cornuarietis* (Linnaeus, 1758), *Helisoma duryi* (Wetherby, 1879), *Pomacea lineata* (Spix, 1827) e *Pomacea haustum* (Reeve, 1856).

O molusco ampulariídeo *M. cornuarietis* foi a espécie mais estudada até a década de 60 no controle de populações naturais de *B. glabrata* em Porto Rico, o que demonstra uma alternativa promissora entre as tentativas de “concorrência”. Tal caramujo compete por alimento e é um predador acidental sobre os jovens planorbídeos e os ovos, a ponto de, em alguns locais, eliminar as populações de *Biomphalaria* (FREITAS; SANTOS, 1995).

Outro ampulariídeo, *P. haustum*, foi introduzido em diques, lagos e rios de Minas Gerais e São Paulo nos anos 70 como provável competidor “eliminador” de planorbídeos. Porém, em alguns locais, as espécies coexistiram por até dez anos sem alterações das densidades populacionais dos planorbídeos.

O molusco tiarídeo *M. tuberculatus*, espécie exótica de origem afro-asiática, foi introduzido no final dos anos 80 em regiões do Caribe (POINTER, 2001), na Venezuela e no Brasil. Existe relato de sua ocorrência desde 1967 (GUIMARÃES et al., 2001; FERNAN-

DEZ et al., 2003). Em algumas localidades, esse caramujo demonstrou efetiva redução e/ou eliminação das populações de *Biomphalaria* (ABÍLIO, 1997, 2002).

Algumas desvantagens do uso de espécies de moluscos competidores:

- Perigo da introdução de espécies exóticas, as quais podem reduzir e/ou eliminar a biodiversidade nativa. Além disso, algumas espécies são hospedeiras intermediárias de trematódeos e nematódeos.
- Há controvérsia sobre a validade do uso de ampuláriídeos no controle biológico de planorbídeos. A ingestão de ovos e de bionfalárias jovens ocorre em consequência do hábito alimentar voraz desses animais e não por um processo seletivo. Existe coabitação prolongada em criadouros naturais, sem ocorrer exclusão competitiva.
- A presença de vegetação aquática favorece as populações de moluscos, inclusive os planorbídeos hospedeiros da esquistossomose, e reduz a ação competitiva com outros gastrópodes (THOMAS, 1995).
- Várias espécies de moluscos podem coexistir com os planorbídeos em **habitats heterogêneos e instáveis**. O processo de **eutrofização** inibe a competição entre as espécies de moluscos (ABÍLIO, 2002).

- Peixes

Algumas experiências demonstraram certo grau de efetividade e eficácia com o emprego de peixes na predação de caramujos planorbídeos. Vários autores têm demonstrado a ação malacófaga dos ciclídeos *Serranochromis macrocephala* e *Tilapia melanopleura*, do ciprinídeo *Barbus conchoniis* e das espécies *Cichlasoma biocellatum* e *C. ocellatum*. A última espécie citada foi capaz de eliminar planorbídeos com mais de 3cm de diâmetro.

O ciclídeo *Astronotus ocellatus* mostrou ser capaz de impedir o crescimento de populações de *B. glabrata* pela ingestão de massa de ovos depositados em paredes de aquário ou de caramujos recém-eclodidos. Exemplos menores do que 6mm de diâmetro foram destruídos. No caso do controle feito por *Tilapia melanopleura*, as respostas têm sido mais satisfatórias em massas volumosas de água.

A tilápia *Oreochromis niloticus*, assim como outras espécies agem como predadores e competidores. São extremamente vorazes: ingerem detritos, plantas, caramujos e suas cápsulas ovíparas aderidas às plantas. O apaiari e o tambaqui são peixes que têm armadura bucal suficientemente forte para esmagar as carapaças; porém, pelo seu tamanho, não podem se aproximar das margens mais rasas, onde se encontra a maioria dos caramujos.

- Outros animais competidores

Camarões do gênero *Macrobrachium* sp., insetos do gênero *Belostoma* sp. (hemiptera), sanguessugas (hirudinea) do gênero *Helobdella* sp. têm sido utilizados em pesquisas no laboratório e no campo como prováveis competidores de *Biomphalaria* sp.

Ainda não há qualquer espécie com eficácia comprovada contra os moluscos e que tenha sido utilizada em campanhas de controle. No entanto, a busca de elementos naturais que possam promover controle biológico eficaz deve ser incentivada, desde que este seja um método “natural” de controle, sem agressões drásticas ao ambiente. Experimentos dessa natureza devem ser conduzidos por pesquisadores especializados, uma vez que a introdução de espécies exóticas sem a devida avaliação pode ser extremamente nociva ao equilíbrio ambiental e ferir a legislação ambiental. Aliás, desde a década de 90, a introdução de espécies exóticas para controle dos moluscos tem sido enfaticamente desencorajada pela Organização Mundial da Saúde (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 1994).

7.2.2 Métodos físicos

Como métodos de controle físico consideram-se o **saneamento hídrico** e o **manejo ambiental para o controle de vetores**. Consistem, principalmente, na eliminação de criadouros pelo aterramento de coleções hídricas, sempre que a medida for tecnicamente recomendada. A drenagem e a retificação de leitos, o revestimento e a canalização dos cursos d'água também podem ser úteis. Algumas vezes, soluções de baixo custo, como a limpeza e a remoção da vegetação aquática, são suficientes.

Na década de 50, quando não se dispunha de drogas eficazes e seguras no tratamento da população humana parasitada e quando os planorbicidas químicos tinham ação limitada e pouco seletiva, os métodos físicos representavam a única alternativa de controle possível.

Hoje, depois do advento de drogas com as propriedades que se julgavam necessárias e com seu largo e continuado uso, bem como de planorbicidas químicos, o manejo do ambiente volta a representar e a ser reconhecido como o método mais potente e o único capaz de promover a interrupção da transmissão da esquistossomose em caráter permanente.

- Aterramento

Todas as massas d'água, sem qualquer uso pela população humana, que não representem fonte de vida ou sobrevivência para outras espécies animais devem ser drenadas ou aterradas quando a medida for tecnicamente recomendada, sob o ponto de vista do controle da esquistossomose.

Quando esse tipo de medida não for possível ou indicada, deve-se restringir, tanto quanto possível, o acesso a criadouros de importância epidemiológica. O contato da po-

pulação com as coleções hídricas pode também ser evitado com a construção de pontes, uma vez que o trânsito através delas seja necessário.

- Drenagem do solo

Consiste na aplicação de medidas que promovam o enxugamento do solo, evitando a formação de criadouros potenciais pelo abaixamento do lençol freático superficial. É um método radical de controle. Nem sempre é feito apenas com essa finalidade, sendo usado também na recuperação de terrenos alagados. A diferença reside na técnica aplicada. Quando se destina ao controle de caramujos, o sistema de drenagem deve propiciar movimentação rápida das águas, de modo a dificultar o ciclo biológico dos planorbídeos.

Os principais processos de drenagem são:

- por valas a céu aberto;
- por drenos subsuperficiais;
- por bombeamento; e
- por perfuração na camada impermeável com enchimento de areia.

Ordenação e outras modificações do meio ambiente:

- substituição de canais de irrigação por sistema de aspersão;
- remoção periódica da vegetação de canais e córregos;
- alteração periódica no nível da água de regos e córregos, para reduzir a quantidade de vegetação aquática e provocar a morte de caramujos por dessecação;
- revestimento de canais;
- modificação do desenho de canais e córregos, para melhorar o fluxo de água e reduzir a população planorbídica;
- dragagem;
- canalização; e
- retificação das margens sinuosas de riachos e córregos, para reduzir a área de deposição de sedimentos ricos em detritos.

A presença de vegetação f utuante é muito importante em muitos tipos de criadouros. Os caramujos mostram preferência pelas raízes dessas plantas, utilizando-as como refúgio, proteção e/ou alimentação. Quando o criadouro seca parcialmente, os caramujos ficam nas raízes expostas, protegidos pela umidade destas. Recomenda-se sua retirada para local seco e distante da água sempre que as dimensões da coleção hídrica permitam. Esse cuidado deve ser dispensado também aos reservatórios artificiais.

Os métodos físicos apresentam algumas desvantagens:

- promovem alterações drásticas nos *habitats*;
- envolvem projetos caros de infra-estrutura;
- a dragagem do sedimento pode produzir e/ou acelerar o processo de **eutrofização**.

Grandes projetos hidrelétricos e de irrigação causam profunda alteração do meio ambiente, podendo favorecer o aparecimento de criadouros. Nessas áreas deve haver monitoramento periódico. Atualmente, todos os projetos de grande porte possuem apoio de biólogos e técnicos especializados na conservação do ambiente. É recomendável o contato freqüente com essas equipes técnicas.

7.2.3 Métodos químicos

7.2.3.1 Planos de tratamento

Uma vez realizado o inquérito malacológico e selecionados os criadouros que devem ser tratados, deve-se elaborar o plano para aplicação de moluscicida. O planejamento é de fundamental importância na determinação da ordem segundo a qual cada porção do criadouro será tratada.

O tratamento é iniciado de preferência pelas partes mais altas da bacia hidrográfica, e as aplicações deverão ser feitas nos afluentes antes que sejam tratados os cursos d'água principais. As margens e as ribanceiras necessitam ser tratadas para a eliminação de caramujos que se encontrem acima da superfície da água (veja o capítulo 3).

Os melhores resultados são obtidos quando o moluscicida é aplicado em áreas relativamente livres de vegetação densa, viva ou morta. Devido à dificuldade em se efetuar uma limpeza completa, recomenda-se o aumento da concentração. Ao fazer a aplicação nas margens, o operador deve revolver a vegetação.

Pode ser dispendioso o tratamento de cursos d'água extensos que passam por diversas localidades e estejam infestados por caramujos. Em vista disso e das exigências da legislação ambiental (veja o capítulo 9), a aplicação deve ser restrita aos trechos de comprovada importância epidemiológica. Caso a extensão a ser tratada seja superior a 500m, deve-se instalar duas ou mais estações de tratamento.

Para a classificação dos criadouros e a execução das atividades malacológicas (coleta e tratamento dos caramujos com moluscicida), utilizam-se formulários específicos (Anexos C e D). O fluxo das informações malacológicas, geradas de acordo com os níveis institucionais, é mostrado no anexo E.

7.2.3.2 Moluscidas

Os moluscidas são substâncias empregadas para matar os moluscos. Para que um produto seja usado como moluscida, este precisa reunir algumas propriedades indispensáveis, a exemplo do que ocorre com outros defensivos:

- deve ser eficaz contra os moluscos, mesmo quando empregado em baixas concentrações;
- deve ter baixo custo, propriedade que nem sempre depende da primeira;
- não pode ser tóxico ao homem, aos animais aquáticos ou às plantas;
- não pode ter efeitos acumulativos nos tecidos do homem e dos animais aquáticos;
- deve ser de fácil manipulação.

No passado, diversos produtos com propriedades moluscidas foram testados e utilizados em campo. No entanto, apenas um produto permanece disponível comercialmente e é aprovado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) (CAS n.º 50-65-7) para uso em programas de controle: a niclosamida. Suas características são:

- Nome comum: niclosamida (BSI, ISO).
- Sinonímia: clonitralide.
- Nome químico: 2'5- dicloro- 4'-nitro-salicilanilida.
- Fórmula bruta: $<C_{13}H_8Cl_2N_2O_4>$.

Fórmula estrutural (veja a figura 61, a seguir):

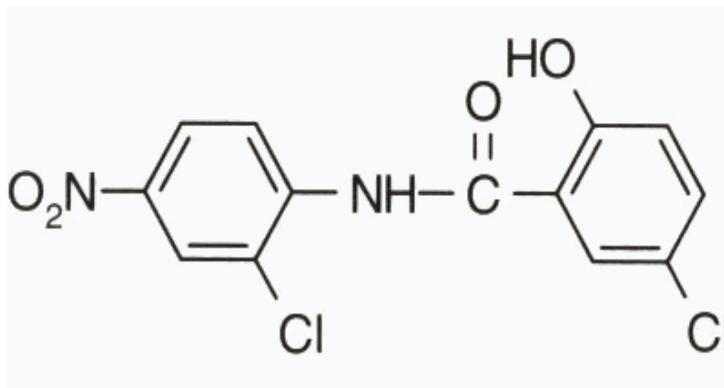


Figura 58. Fórmula estrutural da niclosamida.

- Grupo químico: salicilanilida.
- Classe: moluscida.
- Classificação toxicológica: produto técnico classe III.

- Emprego domissanitário: uso exclusivamente em campanhas de saúde pública, sob a responsabilidade do Ministério da Saúde.
- Tipo de formulação: pó molhável.
- Concentração máxima permitida: 70% de ingrediente ativo.
- Precauções para manipulação e uso: conserve a embalagem em lugar frio e seco. Guarde o produto fora do alcance de crianças, animais domésticos e longe de produtos forrageiros e alimentícios. Durante a manipulação, a preparação ou a aplicação do produto, use roupas de mangas compridas, chapéu de abas largas e botas. Evite que o produto não diluído entre em contato com a pele ou as mucosas. Durante o preparo das soluções, convém a utilização de máscara protetora contra pó. Após a manipulação do produto, remova as roupas e banhe-se com água e sabão. Em caso de intoxicação, pare de trabalhar imediatamente. A roupa contaminada deve ser despida. Em caso de contato com a pele, lave a parte atingida com água e sabão em abundância. Evite o contato do produto com os olhos. Caso isso aconteça, lave os olhos com água em abundância durante 15 minutos. Se houver irritação, consulte o médico. Não reutilize a embalagem vazia. Em caso de ingestão, provoque o vômito e procure cuidados médicos imediatamente. Não aplique o produto na presença de ventos fortes. Evite a inalação do produto.
- Propriedades: o composto puro é substância quase incolor, com ponto de fusão a 23°C. A solubilidade do produto na água é de 5 a 8ppm à temperatura normal. O sal se apresenta sob a forma de pó molhável a 70% do ingrediente ativo com cor amarela, muito estável, bem mais solúvel na água do que o produto puro. O produto técnico é cinza-amarelado.
- Ação: o produto mata uma grande variedade de caramujos, inclusive ovos, além de cestódeos e cercárias. Ele afeta a respiração e o metabolismo dos carboidratos, interferindo nos processos de oxidação. O produto é rapidamente decomposto na água e não exhibe efeitos de longo prazo. É altamente tóxico para peixes e outros vertebrados aquáticos; porém, a fauna local é rapidamente restabelecida com a interrupção da aplicação.

7.2.3.3 Algumas desvantagens dos moluscidas

No controle da *Biomphalaria* com produtos químicos sintéticos e/ou extratos vegetais, os resultados podem não ser satisfatórios, já que esses moluscos possuem diversas estratégias de defesa:

- retrair-se na concha, reduzindo a superfície de contato com o produto;
- enterrar-se no substrato;
- evitar doses letais do moluscida, afastando-se das zonas de maior concentração do produto dissolvido na água;

- formar lamelas na concha, sair da água e permanecer em diapausa fora do ambiente límnic.

No caso da niclosamida, as principais desvantagens são:

- o alto preço do produto;
- o alto custo operacional do produto, devido à necessidade de repetidas aplicações deste até mesmo em pequenas áreas;
- o dano ambiental.

7.2.3.4 Uso

(1) Equipamentos e técnicas de tratamento

São vários os métodos e os equipamentos empregados na aplicação de moluscidas. Entre eles:

- Regadores: são úteis para o tratamento de pequenos criadouros de água parada, desde que a vegetação não seja muito densa.
- Pulverizadores manuais portáteis: também conhecidos como bombas de pressão variável, são utilizados para tratamento de pequenos criadouros, com resultados satisfatórios. Atualmente, têm sido usados pulverizadores tipo Jacto ou Hudson, principalmente na complementação do trabalho com gotejadores.
- Pulverizadores motorizados: podem aplicar tanto soluções como pós secos. São especialmente indicados quando a superfície a ser tratada é de grande extensão. Quando a situação local permitir, podem ser usados equipamentos acoplados em veículos, com bons resultados. Deve-se considerar que, para o emprego desse tipo de equipamento, é exigido um maior contingente de pessoal para a operação.
- Gotejadores: existem vários modelos de gotejadores, alguns com resultados satisfatórios. Geralmente utilizam-se na sua construção tambores de 100 ou 200 litros, munidos de torneira e de tubo para entrada de ar, que funciona também como regulador da pressão interna. Uma vez regulados, tais gotejadores trabalham três ou seis horas sem que seja necessário regulá-los novamente. Em alguns modelos, para evitar o inconveniente da diferença de vazão (maior quando o tambor está cheio e menor ao esvaziar), a saída da calda é feita por mangueira ligada a um dispositivo flutuante.
- Aplicação de tabletes ou bolas em água corrente: formulações solúveis, disponíveis em tabletes, comprimidos ou bolas, podem ser usadas para tratamento de água corrente. Dissolvem-se lentamente, prolongando o tratamento. É um processo simples e econômico, que pode ser usado em qualquer tipo de curso d'água e mantém a concentração constante e uniforme. A forma mais indicada para aplicação, neste

caso, é a colocação do número necessário de bolas ou de tabletes numa tela fina de metal ou de tecido, mantida suspensa logo abaixo da superfície da água. O produto se dissolve ao longo de seis horas.

No caso da niclosamida, devem ser levadas em consideração as condições das coleções d'água, a saber: água parada (rasa ou profunda), água corrente e volume d'água. Esses são fatores cruciais à eleição da técnica a ser adotada.

Os moluscidas são usados em quantidades expressas em relação a volumes de líquido, a concentração. A concentração é expressa em partes por milhão, que se representa abreviadamente por suas iniciais "ppm". Assim, uma dosagem de moluscida de 1ppm corresponde à quantidade de 1 miligrama em um litro (1mg/l) ou, então, de 1 grama em um metro cúbico de líquido (1 metro cúbico de água é igual a 1.000 litros).

(2) Variações nas técnicas adotadas segundo os tipos de ambientes límnicos

- Pequenas coleções hídricas: aquelas em que o tratamento pode ser feito na sua totalidade. Em alguns casos, a eliminação total dos caramujos pode ser pretendida. São consideradas pequenas coleções de água parada: escavações, poços, pegadas de animais, ligeiras depressões no terreno e brejos de pequenas dimensões. Já as pequenas coleções de água corrente são pequenos cursos de água, regos e filetes de água, que podem ser tratados com sucesso quando a vazão e a velocidade não excedem a 30 litros/segundo (l/s) e quando a velocidade média é igual ou inferior a 30 centímetros/segundo (cm/s). Acima dessa velocidade, o caramujo encontra dificuldade para se fixar às margens.
- Grandes coleções hídricas: estas devem ser cuidadosamente estudadas, pois muitas vezes a única solução viável, no caso de se optar por tratá-las, é a aplicação de moluscida nas margens, revolvendo a vegetação marginal com fortes jatos do equipamento aplicador. Já foi comprovado que em canais de terra, onde a água atinge até 60cm/s, esse tipo de vegetação atua como dissipador da energia hidráulica, permitindo a "ancoragem" de caramujos.
- Aplicação em água parada rasa: as pequenas coleções rasas, onde a profundidade não ultrapassa 10cm (na prática, à altura dos tornozelos), são tratadas à base de 300mg/m². A medição do criadouro deverá ser feita de forma a determinar a profundidade, a largura e o comprimento médios, multiplicando-se então os valores encontrados.
- Aplicação em águas paradas profundas: fazem parte de pequenas coleções onde a profundidade média é superior a 10cm. Nesse caso, o cálculo é feito em relação ao volume líquido obtido, pelo mesmo processo de determinação de área do caso anterior, multiplicando-se o valor aqui pela média de diversas medidas de profundidade. Mede-se em três pontos e três comprimentos, calcula-se o valor médio para

ambos (em metros), faz-se a medida de 10 profundidades e calcula-se também a média. Após o cálculo, multiplicam-se os três resultados. O resultado final deve ser dado em metros cúbicos. Assim, obtém-se o volume estimado, a partir do qual será determinada a quantidade necessária em gramas ou miligramas, respeitados os limites máximos e mínimos estabelecidos (1,4 a 2,8 ppm).

- Aplicação em água corrente: Nesse tipo de criadouro, a técnica varia sensivelmente da anterior, pois, ao contrário da água parada, em condições normais, o volume d'água é proporcional ao tempo considerado. Chamamos *vazão* ao volume de água que se desloca na unidade de tempo, expresso em litros por segundo (1/s). Em grandes cursos d'água, deve ser expresso em metros cúbicos por segundo. A escolha do método para o cálculo da vazão depende, além das características do criadouro, das condições locais para seu uso (disponibilidade de pessoal capacitado e dos materiais exigidos). Recomenda-se, uma vez adequado ao tipo de criadouro a tratar, o emprego do método mais simples, não indispensavelmente o mais preciso.

(3) Exemplos para a aplicação de moluscidas

a) Em água parada rasa

1º exemplo: Considerando-se uma profundidade média de 10cm (0,1 metro), a largura e o comprimento de 100 centímetros (1,0 metro), calcula-se a área.

Assim: $0,1 \times 1,0 \times 1,0 = 0,1m^3$ ou 100 litros.

Nesse volume deverá ser colocado um mínimo de 140mg e um máximo de 280mg do moluscicida ou, arredondando-se esse valor, 300 miligramas ou 0,3 gramas por metro quadrado. Essa quantidade poderá ser aplicada utilizando-se regadores ou bombas manuais ou mecanizadas. Quando forem usados regadores, recomenda-se fazer ensaios sem a niclosamida, apenas com água, para permitir uniformidade na aplicação, pois essa noção tem caráter subjetivo.

São indispensáveis a orientação, o acompanhamento e a supervisão ao teste de uniformidade, para que se obtenha procedimento uniforme por parte de todo o pessoal de operação. Deve ser aplicado $0,3g/m^2$ e por regador.

2º exemplo: Numa área marginal a uma lagoa, as chuvas fizeram transbordar a água, mas a altura não ultrapassou os tornozelos da pessoa que a percorreu (10cm). A largura média foi de 2 metros, e o comprimento médio foi de 8 metros.

A quantidade a ser usada será: $2 \text{ metros} \times 8 \text{ metros} (0,3g/m^2) = 1,6 \text{ grama}$ ou, aproximadamente, 2 gramas. A área é estimada multiplicando-se a largura pelo comprimento (no caso, $2m \times 8m$, igual a $16m^2$ de área). A seguir, multiplica-se a área pela quantidade a ser usada por metro quadrado, ou seja, 0,3 grama por metro quadrado.

Assim: $16 \times 0,3 = 4,8$.

No exemplo, caso dois regadores sejam utilizados, a quantidade calculada deve ser dividida por dois, colocando-se então 2,5 gramas em cada regador.

b) Em águas paradas profundas

3º exemplo: Uma escavação de olaria (cujas profundidades medem 0,8m, 1,20m e 1,00m) apresenta uma largura média de 5 metros e um comprimento médio de 10 metros. A quantidade de niclosamida a ser utilizada será feita a partir:

- da determinação da profundidade média: soma das medidas (0,80 + 1,20 + 1,00 = 3,00) dividida pelo número de medidas (3), logo: 1m;
- e do cálculo de volume da coleção líquida a ser tratada: comprimento médio x largura média x profundidade média = 10m x 5m x 1m = 50m³.

Sabe-se que 2ppm correspondem a 2 miligramas por litro ou 2 gramas por metro cúbico.

Então: 50m³ x 2 gramas/m³ = 100 gramas de moluscicida.

c) Em água corrente

A princípio, será necessário determinar com precisão a vazão, podendo ser usados, para tal fim, métodos diretos e indiretos.

- Método direto

Consiste em recolher água num recipiente de capacidade conhecida, medindo-se o tempo (em segundos) que o recipiente levou para ser enchido. Dividindo a capacidade conhecida do recipiente pelo tempo gasto em enchê-lo, teremos o volume por segundo e, portanto, a vazão. Deve-se tomar cuidado para que toda a água seja coletada, procurando fazê-la passar por uma bica, uma calha ou uma tubulação. Convém que sejam repetidas duas ou três observações para se obter um dado mais confiável. Nos métodos indiretos, dois processos são mais freqüentemente empregados, o do vertedor ou vertedouro e o processo do flutuador. O primeiro método faz uso de anteparo construído em madeira, de abertura triangular ou retangular.

4º exemplo (método direto): Usou-se um balde de 10 litros, que levou 5 segundos para ser enchido. A vazão será obtida dividindo-se os 10 litros pelos 5 segundos (o tempo necessário para enchê-lo), logo: 10 litros ÷ 5 segundos = 2 litros por segundo. A vazão é de dois litros por segundo. É importante lembrar que a vazão de um curso d'água varia de acordo com a época do ano e também com a chuva. Achada a vazão para uma concentração de 1ppm, multiplica-se o resultado por 21,6, encontrando-se, assim, a quantidade de grama do moluscicida a ser aplicada. A vazão é calculada em litros por segundos, 21.600 (que corresponde a 6 horas = 21.600 segundos) dividido por 1.000 = 21,6, que, multiplicado pela vazão, expressa o resultado em m³.

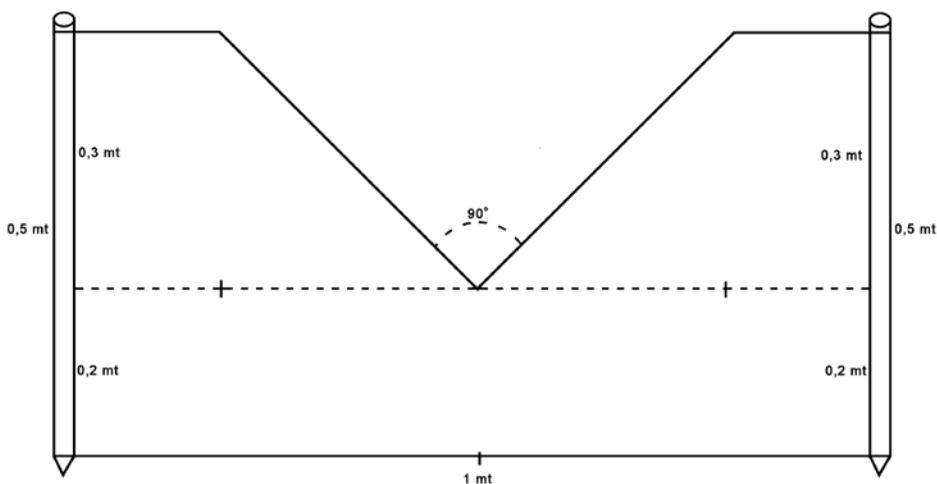
- Método indireto (vertedouro triangular)

É indicado para vazões de até 30 litros por segundo. Apresenta vantagem sobre o vertedouro retangular pela facilidade de medição da altura da água (carga), correspondente à lâmina de líquido que atravessa o vertedouro, diretamente por meio de régua ou escala graduada, medindo-se a distância do vértice da seção triangular até a superfície livre do líquido. A seguir, recorrendo-se à tabela (veja o anexo F), verifica-se a correspondência entre a altura medida e a leitura direta da vazão.

Cuidados devem ser tomados para que se coloque a graduação da régua para montante do vertedouro (virada para onde vem a água), pois a lâmina líquida sofre uma retração ou abaixamento para jusante após ultrapassar o vertedouro, sendo por isso a leitura falseada para menor. A régua deve ficar o mais próximo possível da vertical. É importante que se espere de 30 a 40 minutos após a instalação do vertedouro, para que se normalize o curso d'água e a leitura se faça sem distorções. Deve-se providenciar, ainda, para que toda a água passe pelo vertedor. Para isso, deve-se construir uma pequena e rústica barragem, de modo a amparar o vertedouro, permitindo que toda água passe pela abertura triangular. A barragem pode ser reforçada com gravetos, pequenos galhos com folhas, terra bem socada e estacas fincadas ao solo. Em leitos rochosos e leitos arenosos, torna-se difícil a instalação do vertedouro, razão pela qual é preferível o método do f tuador.

Vertedouro de fenda triangular (figura 59)

Vertedouro com reforço nas bordas laterais, para facilitar a fixação no solo.



Vertedouro triangular

Figura 59. Vertedouro de fenda triangular.

A determinação de vazão dos cursos d'água com utilização dos vertedouros triangulares é facilitada pelo uso de tabelas construídas pela tabulação da fórmula: $Q = 8/15 \cdot C \cdot$

tg a/2. Onde: “Q” representa o valor da vazão em metros cúbicos por segundo, devendo-se multiplicá-lo por mil para se achar o valor em litros por segundo; a letra “C” representa uma constante que depende do ângulo do vértice da abertura triangular do vertedouro; a abreviação “tg a/2” refere-se à tangente da metade do ângulo “a”, ângulo do vértice da abertura triangular, o qual não deve ser menor do que 25°, pois, caso contrário, ocorrem influências que vão falsear o resultado, tais como as devidas à capilaridade, à tensão superficial e à viscosidade; a letra “g” refere-se à aceleração da gravidade em metros por segundo quadrado, aproximadamente 9,8m/s² para as condições do litoral brasileiro; a letra “H” refere-se à altura da carga hidráulica, que corresponde à altura da lâmina de água medida do vértice da abertura triangular do vertedouro até a superfície livre do líquido.

Para facilitar a tabulação e mesmo a construção do vertedouro, iguala-se o ângulo “a” do vértice triangular a 90°. Dessa forma, $Q = 8/15 \cdot C \cdot \text{tg } 90/2$. Para o ângulo de 90°, “C” é igual a 0,6, e a fórmula pode ser simplificada ficando como variável apenas a altura “H” da carga hídrica.

A fórmula $Q = 1,4 H^{5/2}$ é atribuída a Thompson. Já outros autores como Barnes e Gourley Crimp discordam, propondo respectivamente: $Q = 1,34 H^{2,42}$ e $Q = 1,32 H^{2,47}$.

Para as nossas necessidades (em última análise, para aplicação do planorbicida), as variações são praticamente desprezíveis, além do fato de que, por razões práticas de organização de trabalho no campo, nenhum moluscicida terá seu uso recomendado numa dosagem única, mas dentro de um intervalo, de modo a facilitar os cálculos e a própria aplicação.

Assim, tabulando-se a fórmula simplificada $Q = 1,4 H^{5/2}$ ou $Q = 1,4 H^{2,5}$, obtém-se a tabela apresentada em anexo (veja o anexo F), que só é válida para o ângulo de 90°.

Aí são encontrados a altura medida no vertedouro triangular na coluna H (cm) e o valor de vazão correspondente na coluna vertical Q (litros/segundo).

5º exemplo: O valor obtido no campo $H = 6,0\text{cm}$. A tabela dá 1,24 litro por segundo, valor da vazão. Analogamente, obtendo a altura de 10cm, entramos na tabela com o valor $H (\text{cm}) = 10$ e, em frente, na coluna de vazão Q (litros/segundo), achamos o número 4,44, correspondente à vazão de 4,44 litros por segundo. Conhecida a vazão, a quantidade de moluscicida é calculada conforme o 4º exemplo.

- Método indireto (segundo o método do vertedouro retangular)

O vertedouro retangular tem mais largo emprego do que o triangular, isto é, aplica-se a vazões bem maiores do que as do anterior. São utilizados na medida de vazão o vertedouro retangular com soleira delgada (ou estreita) e o vertedouro retangular com contração (estreitamento da lâmina líquida). Deve-se observar que:

- 1º) seja empregado um vertedor padronizado;
- 2º) seja instalado em nível e aprumado, de modo que a soleira do vertedor esteja na horizontal e não se falseiem medidas;

3º) toda a água passe pelo vertedor;

4º) a altura da água (carga hidráulica) seja medida a montante do vertedor (de onde vem a água) em distância aproximada de 2 metros. Para isso, com o auxílio de uma régua colocada na soleira do vertedor, um nível de pedreiro ou de mangueira e uma estaca, cujo topo deve estar nivelado com a crista da soleira, determina-se a altura da água do topo da estaca ao nível superficial. Não se pode determinar, como no caso do vertedor triangular, a altura diretamente no vertedor, devido à retração ou ao abaixamento da lâmina de água ao atravessar o vertedor;

5º) as dimensões do vertedouro retangular guardem certas relações, sendo recomendado: $C = 2H$; $D = 3H$.

As dimensões sugeridas e os limites de aplicação para vertedouros retangulares encontram-se no anexo G.

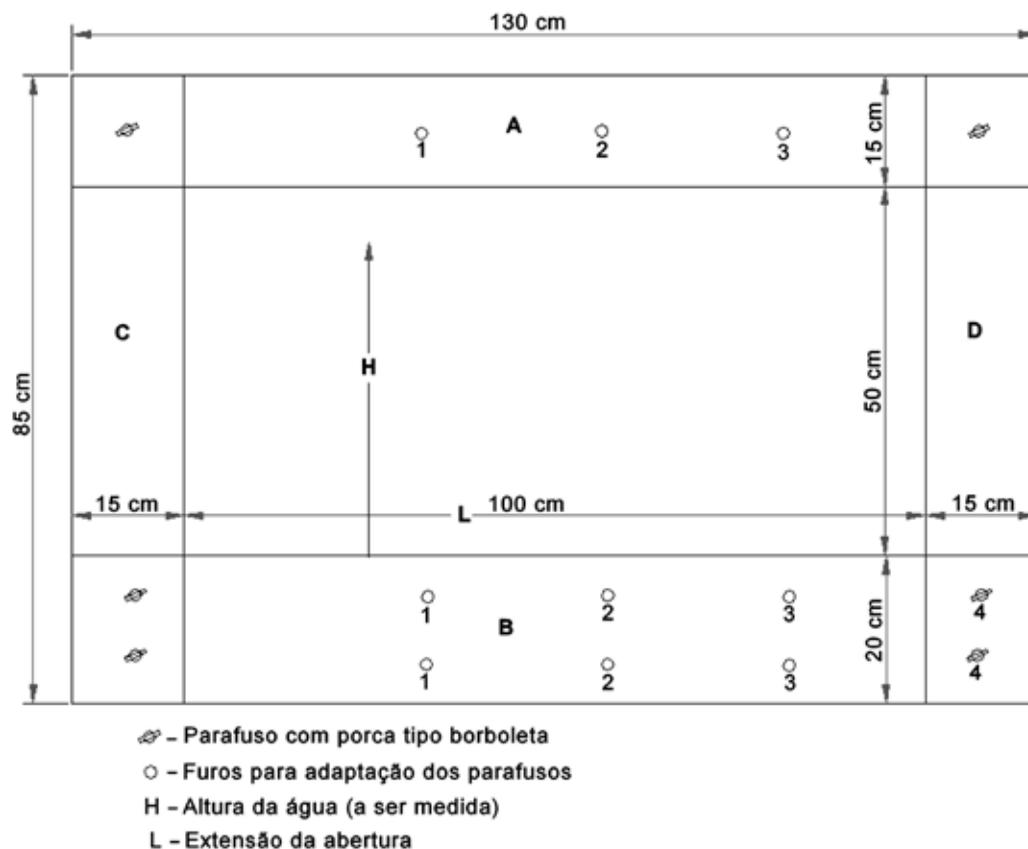


Figura 60. Vertedouro de fenda retangular.

Vertedouro de fenda retangular

A tabela constante do anexo H, baseada na fórmula de Francis, permite (face o valor “H” em centímetros, correspondente à medida do topo da estaca em nível com a crista da soleira, até a linha da água ou o nível da água) que se determine a vazão na coluna em frente, correspondente, de acordo com a largura “L” do vertedouro (veja a figura 60).

6º exemplo: Utilizando-se o processo do vertedor retangular (cuja largura da abertura retangular mede 50 centímetros), encontrou-se a altura (H) da água igual a 20cm, tomada sobre o topo de uma estaca nivelada com a crista da soleira e colocada a 2 metros a montante. Podem ser determinadas a vazão e a quantidade de niclosamida num tratamento durante 6 horas.

Na tabela, para $L = 50,0\text{cm} = 0,5\text{m}$ e, para altura $(H) = 0,20\text{m}$, encontramos na coluna vertical “L” 0,5m; descendo até a primeira (1) coluna vertical, referente a “H” em centímetros, para 20,0cm corresponde a vazão de 75,3 l/s.

Pelos cálculos, 75,3 l/s em 6 horas vão corresponder a um volume líquido de $75,3\text{ l/s} \times 60\text{ minutos} = 162.648\text{ litros em 6 horas ou } 162,648\text{ m}^3$.

Usando a dosagem de 2ppm, correspondente a 2 miligramas por litro ou 2 gramas por metro cúbico, devemos gastar: $2\text{g} \times 162,648\text{m}^3 = 325,296$, aproximadamente 325 gramas e 300 miligramas.

- Método indireto segundo o método do f utuador

Como vimos, o processo do vertedor apresenta limitações, como a necessidade da existência de trechos estreitos no curso d’água, a necessidade de uma barragem e de margens altas, além dos cuidados apontados. Já o processo do f utuador tem aplicação para trechos retilíneos, pouco encachoeirados, um curso tranqüilo.

O método do f utuador consiste em selecionar um trecho retilíneo do curso d’água da seção regular, longe de curvas e sem vegetações, corredeiras ou redemoinhos. Estendem-se duas cordas ou mede-se a distância a ser percorrida. Solta-se um f utuador no centro do curso d’água e marca-se o tempo que ele leva para percorrer a distância medida. Dividindo-se a distância em metros pelo tempo em segundos, obtém-se a velocidade do curso d’água em metros percorridos em cada segundo ou metros por segundo (m/s). A seguir, fazem-se várias medições de largura e tira-se a média. De igual forma, fazem-se várias medições de profundidade, tirando-se também a média. Multiplicando-se a largura média pela profundidade média, obtém-se a seção média, que, multiplicada pela velocidade média obtida, dá como produto a vazão média, em metros cúbicos.

7º exemplo: Num curso d’água, em um trecho retilíneo de curso tranqüilo, mediu-se uma distância de 20 metros, para a qual uma cortiça lastreada com chumbo levou 25, 30 e 35 segundos para percorrer. Fizeram-se três medidas de profundidade (com resultados de 0,60, 0,40 e 0,80 metros) e três medidas de largura (com resultados de 3, 4 e 5 metros). Qual a quantidade de niclosamida necessária para um tratamento de seis horas?

Medidas:

– Tempo médio = soma dos tempos ÷ número de verificações.

Assim: tempo médio = $90 (25 + 30 + 35) \text{ segundos} \div 3 = 30 \text{ segundos}$.

– Velocidade média = distância ÷ tempo.

Assim: $20 \div 30 = 0,66 \text{ m/s}$.

– Profundidade média = soma das profundidades ÷ número de verificações.

Assim: profundidade = $1,8 (0,6 + 0,40 + 0,8) \text{ m} \div 3 = 1,8 \text{ m}$.

– Largura média = soma das larguras ÷ número de verificações.

Assim: $12 (3 + 4 + 5) \text{ m} \div 3 = 4 \text{ m}$.

A vazão média (na data da medição) foi: velocidade média x profundidade média x largura média ($0,66 \times 0,6 \times 4 = 1,584 \text{ m}^3/\text{s}$), ou seja, aproximadamente 1,6 metro cúbico por segundo ou $1,6 \times 60 \text{ s} \times 60 \text{ min} \times 6 \text{ horas} = 34.560 \text{ metros cúbicos em 6 horas}$. Colocando 2 gramas por metro cúbico, gastaremos $34.560 \text{ m}^3 \times 2 \text{ g/m}^3 = 69.120 \text{ gramas}$ ou 69kg e 120g do produto.

A escolha do método para cálculo da vazão depende, além das características do criadouro, das condições locais para seu uso (disponibilidade de pessoal capacitado e dos materiais exigidos, listados no anexo I). Recomenda-se, uma vez adequado ao tipo de criadouro a ser tratado, o emprego do método mais simples, não indispensavelmente o mais preciso.

d) Avaliação da eficácia de cada aplicação

A eficácia de cada aplicação deve e pode ser verificada realizando-se testes sobre a ação residual do moluscicida, com observação de seus efeitos sobre peixes e camarões, bem como sobre caramujos contidos em gaiolas. A pesquisa com caramujos pode também ser feita como avaliação do controle.

7.2.3.5 Testes químicos sobre a ação residual dos moluscicidas

Testes quantitativos para comprovar a presença do moluscicida aplicado são possíveis caso se conte com suporte laboratorial, pois é necessário o uso de equipamento com alguma sofisticação. É importante saber o grau de dispersão do moluscicida usado ao tratar especialmente águas correntes. Para esse fim, são colhidas amostras d'água em locais selecionados, durante e após a aplicação. Esses locais devem estar situados a intervalos regulares. A primeira amostra deve ser colhida logo após o início da aplicação. A seguir, colhem-se amostras de uma em uma ou de duas em duas horas, até que se esteja seguro de que os caramujos tenham estado expostos a concentrações suficientes do moluscicida por pelo menos seis horas, para que todos tenham sido eliminados.

7.2.3.6 Testes para medir a eficácia do moluscicida

Quando não se dispuser de meios para a determinação quantitativa por testes químicos, a determinação do tempo requerido para a eliminação de caramujos confinados poderá dar uma indicação sobre a eficácia dos produtos moluscicidas.

a) Uso de caramujos em gaiolas

Devem ser expostos em caixas teladas suspensas na água, a intervalos uniformes de 100 a 200 metros, ao longo dos cursos d'água. A mortalidade, num período de um a três dias após o tratamento, serve como medida da dispersão alcançada com o moluscicida utilizado.

b) Observação da mortalidade de peixes

Os peixes poderão ser expostos em gaiolas e observados periodicamente para a verificação da mortalidade. Os caramujos são mais resistentes a certos moluscicidas do que os peixes, e estes, por sua vez, são menos resistentes do que os camarões.

c) Pesquisa de caramujos após o tratamento

Outra maneira de se avaliar a eficácia do tratamento é pela pesquisa de caramujos após a aplicação do moluscicida. O número e o intervalo dessas capturas podem, a critério técnico, ser variáveis. Recomenda-se, entretanto, que a primeira pesquisa de controle seja realizada entre três e sete dias após o tratamento e, daí em diante, mensalmente. Caso haja necessidade, o criadouro deverá ser tratado novamente. É necessário esclarecer que a pesquisa de controle deverá ser realizada nos mesmos locais e da mesma forma que o levantamento inicial. Para a medida são contados apenas os caramujos vivos e o número total de exemplares coletados, cotejado com aquele correspondente à pesquisa prévia ao tratamento.

7.2.4 Métodos alternativos em investigação: plantas moluscicidas

Como descrito no presente capítulo, os métodos biológicos, físicos e químicos requerem novos estudos e complementaridade no seu uso, pois nenhum deles é totalmente efetivo na diversidade de ambientes em que podem ser encontrados os moluscos transmissores. Embora a niclosamida seja o mais potente moluscicida utilizado no mundo, sua ação biocida, seu alto custo e a dificuldade de seu transporte para distantes áreas rurais tornam necessário o investimento em novas pesquisas, em busca de alternativas mais bem sucedidas de controle malacológico.

A necessidade de moluscicidas eficientes e ecologicamente aceitáveis acompanhou a tendência de se pesquisar plantas na busca de substâncias ativas para o desenvolvimento de produtos alternativos, uma vez que a simultaneidade do tratamento humano e do tra-

tamento de criadouros de importância epidemiológica é condição que tem sido valorizada para o controle da esquistossomose.

Os moluscidas de origem vegetal foram testados pela primeira vez na década de 1930. Desde então, já foram estudadas, por sua capacidade moluscicida, cerca de 1.100 espécies vegetais no mundo (MOTT, 1987) e, aproximadamente, 360 no Brasil (JURBERG et al., 1989). Entre as primeiras espécies testadas no Brasil estão os extratos aquosos de caules de *Serjania* spp. (cipó-timbó) e de frutos de *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae) (saboneteira, sabão), cuja atividade foi avaliada utilizando-se *Biomphalaria glabrata*. A ação moluscicida observada em tais plantas foi associada às saponinas presentes nestas. Na extensa revisão de Mott (1987), cerca de 20 espécies foram descritas como tendo alto potencial letal para as espécies vetoras da esquistossomose. Entretanto, nenhuma delas atende a todos os requisitos referidos pelo comitê de especialistas da Organização Mundial da Saúde (OMS) (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1983) como essenciais para que uma planta possa vir a ser usada em larga escala como moluscicida. De todas as plantas referidas na literatura, a *Euphorbia milli* (syn. *splendens*) var. *hislopilii*, conhecida popularmente no Brasil como “Coroa de Cristo”, cuja propriedade moluscicida foi identificada por Vasconcellos e Schall em 1986, apresenta a mais baixa concentração letal já referida e atende ao primeiro requisito colocado pela OMS, que estabelece em até 20ppm o valor das DL_{90} , para que uma planta seja considerada efetiva. A partir de sua descoberta, tal planta vem sendo investigada, e os principais resultados foram descritos por Schall et al. (2001).

A espécie *Euphorbia splendens* var. *hislopilii* é ornamental, originária de Madagascar (figura 61), e foi introduzida no Brasil como cerca viva, sendo conhecida como “Coroa de Cristo”, “Coroa de Nossa Senhora”, “Duas Amigas”, “Colchão de Noiva” e “Martírios”. Trata-se de uma planta que pode ser facilmente cultivada em áreas endêmicas e produz grande quantidade de látex durante todo o ano, como demonstraram Baptista et al. (1994, 1997).



Figura 61. “Coroa de Cristo” (*Euphorbia splendens* var. *hislopilii*).

Pelos dados de laboratório, as doses letais da solução aquosa do látex da espécie *Euphorbia milli* var. *hislopii* para 90% dos caramujos (DL_{90}) foram menores que 0,5ppm para as espécies *B. glabrata* e *B. tenagophila* criadas em laboratório e 4,00ppm para a espécie *B. tenagophila* trazida do campo (VASCONCELLOS; SCHALL, 1986). Em estudo posterior, as DL_{90} obtidas variaram de 0,13ppm para a espécie *B. glabrata* (com látex liofilizado) a 4,00ppm para a espécie *B. pfeifferi* (com látex “*in natura*”) (SCHALL et al., 1998). Neste estudo, foram também estabelecidas as DL_{90} para as espécies *B. straminea* e *Bulinus* sp. Com base neste trabalho, a demonstrada ação letal para os moluscos vetores da esquistossomose na África (*B. pfeifferi* e *Bulinus* sp.) abre perspectivas para estudos de campo no referido continente, onde a esquistossomose apresenta altas prevalências em vários países.

Investigações posteriores (VASCONCELLOS; AMORIM, 2003) demonstraram o efeito letal das soluções aquosas do látex da *E. milli* para o molusco *Lymnaea columella*, atestando o seu potencial de controle dessa espécie. O molusco *L. columella* é, no Brasil, o principal hospedeiro intermediário da *F. hepatica*, um verme trematódeo que causa a fasciolose, uma zoonose que afeta apenas esporadicamente o homem, mas que é muito freqüente no gado e em outros herbívoros, causando grandes prejuízos em países dedicados à pecuária. Em um teste de campo em área restrita, os autores demonstraram a ação letal de soluções aquosas do látex na concentração de 5mg/l, que causou a mortalidade de 97,4% dos moluscos livres nos canais tratados e de 100% dos exemplares mantidos em caixas submersas como caramujos sentinelas. Os autores justificam a pequena proporção de animais livres sobreviventes (2,6%), sugerindo mecanismos de escape dos moluscos na água na presença do moluscicida. No mesmo trabalho, os cientistas relatam a mortalidade de 100% dos moluscos das espécies *B. tenagophila* e *M. tuberculatus* presentes no ambiente, bem como a mortalidade, com uma taxa bem menor (40%), da espécie *Pomacea* sp.

Diversos estudos já publicados apresentam os dados toxicológicos dos ésteres de diterpenos isolados de *E. milli*. Os dados obtidos demonstram que, em sua maioria, os ensaios toxicológicos não apresentam qualquer propriedade carcinogênica das substâncias ativas. Até mesmo o forbol não induziu hiperplasia, sendo apenas irritante para a pele, como as demais substâncias, o que requer cuidados no momento de coleta do látex e de preparação das soluções. Outros testes toxicológicos com utilização do látex integral já foram concluídos com resultados encorajadores, tais como: o produto não apresenta atividade mutagênica, genotóxica, nenhum efeito citotóxico até 200ppm, nem efeito tóxico agudo até 445ppm. Em testes de irritabilidade cutânea, a reação irritante observada foi acima de 3.500ppm. Também não foram demonstrados efeitos embriofetotóxicos e de co-carcinogenicidade em concentrações compatíveis com as utilizadas em campo (revisão de Schall et al. (2001)).

O látex é um moluscicida fotodegradável menos tóxico do que a niclosamida para peixes (*Brachydanio rerio* e *Poecilia reticulata*), microcrustáceos (*Daphnia similis*, *Ceriodaphnia dubia* e *Artemia* sp.), oligoqueta (*Tubifex tubifex siolli*) e larvas de mosquitos de

primeiro e terceiro estágios (*Aedes aegypti*, *A. fluviatilis* e *Anopheles albiparvus*). O látex não inibiu o crescimento de algas clorofíceas (*Selenastrum capricornutum* e *Chlorella vulgaris*) e não apresentou efeito inibitório para bactérias (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *P. putida*). A atividade sobre *B. glabrata* foi rapidamente perdida quando soluções de látex foram expostas à luz visível (OLIVEIRA FILHO, 1995). Estudo mais recente (em que se compara a ação da niclosamida com o látex liofilizado) mostra que este último é mais seletivo para os caramujos vetores e não afeta outras espécies do meio ambiente, como faz a niclosamida.

Atualmente, existe um crescente interesse no desenvolvimento de tecnologias apropriadas que permitam às comunidades afetadas o uso de produtos naturais com propriedades moluscidas. Sua utilização deve ser encaminhada na forma de um sistema auto-sustentável de cultivo e aplicação dentro de um programa integrado de controle da doença (BAPTISTA et al., 1994). Tais estratégias se ressaltam, tendo-se em vista o alto custo dos moluscidas sintéticos (bem como sua toxicidade generalizada para a fauna dos ambientes tratados) e algumas dificuldades operacionais de transporte e aplicação, o que os torna proibitivos para essa finalidade.

De acordo com a revisão de Mott (1987), são necessários alguns procedimentos e certas investigações fundamentais para que possa ser autorizado o uso de um moluscida vegetal no ambiente. Começa pela sua identificação taxonômica por especialista e pela investigação de sua ação em laboratório. Se for comprovada sua eficácia em laboratório, é preciso investigar o princípio ativo da planta e suas propriedades toxicológicas, pois não deve oferecer riscos para os seres humanos e o ambiente. Tais pesquisas podem durar até dez anos ou mais. Só após todos esses estudos a planta será avaliada no campo. A seguir, apresentamos algumas das etapas para o planejamento de um estudo de campo:

- 1ª) Reconhecimento dos criadouros das espécies vetoras para tratamento experimental com as soluções do moluscida vegetal.
- 2ª) Identificação de ambientes de controle com características semelhantes aos experimentais e em sua proximidade.
- 3ª) Levantamento malacológico dos ambientes experimentais e de controle, após demarcação das estações de coleta.
- 4ª) Coleta da planta ou de um produto da planta em local padronizado e preparação das soluções baseadas em cálculos, para estimativa da concentração a ser aplicada.
- 5ª) Realização da aplicação das soluções nos ambientes experimentais.
- 6ª) Levantamento malacológico posterior à aplicação (seguimento) durante 18 meses.
- 7ª) Análise final dos dados obtidos; comparação destes dados com dados da literatura relativos a outros produtos naturais e à niclosamida; publicação dos resultados; e

recomendações de pesquisas complementares ou prescrições de uso do produto em áreas endêmicas.

Atualmente, no Brasil, a legislação ambiental exige autorização ou licença para os testes em campo de novas substâncias, autorização que pode ser obtida junto ao órgão governamental responsável, como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Como se pode perceber, um estudo de plantas ou de produtos de plantas com ação moluscicida requer anos de investigação e o envolvimento de diversos especialistas com atuação multidisciplinar.

7.3 Procedimentos para o controle do caramujo africano: *Achatina fulica* Bowdich, 1822

O controle do caramujo africano, descrito a seguir, baseia-se nas Instruções Normativas do Ibama n.º 73, de 18 de agosto de 2005 (BRASIL, 2005), e n.º 109, de 3 de agosto de 2006 (BRASIL, 2006b), que são reproduzidas nos anexos “j” e “k” deste manual.

Procedimentos

1º) Identificação do caramujo

Ao se perceber a presença de caramujos terrestres grandes, é muito importante certificar-se de que se trata do caramujo africano, pois existem espécies nativas, ou seja, da nossa fauna, muito semelhantes. No capítulo 2 deste manual, podem ser observadas conchas de *A. fulica* de diferentes tamanhos e de uma espécie nativa (*Megalobulimus* sp.) frequentemente confundida com o caramujo africano, pelo seu grande tamanho. Em caso de dúvida sobre a identificação, envie o material ao Ibama, às universidades, aos centros de pesquisa ou às autoridades municipais (secretarias municipais de saúde, secretarias municipais de meio ambiente, defesa civil, etc.) com base nos seguintes procedimentos:

- Colete os exemplares (pelo menos 5 ou 6) com a utilização de luvas ou sacos plásticos e os coloque em álcool comercial. A concha vazia ou uma boa foto também servem para identificação.
- Cole uma etiqueta de papel, escrita a lápis (com a data da coleta, o nome do local e o nome do coletor), no recipiente contendo os exemplares fixados no álcool.

Uma vez confirmada a identificação, entre em contato com as autoridades municipais citadas para lhes comunicar a ocorrência do caramujo africano e receber orientações sobre os procedimentos de controle em sua cidade.

Importante: as espécies nativas que se assemelham a esse caramujo raramente ocorrem em grandes populações. Diferentemente, os caramujos africanos geralmente possuem densas populações, o que constitui a principal fonte de problemas a que estão relacionados.

2º) Controle do caramujo africano em residências (jardins, hortas e quintais) ou bairros

Colete os caramujos manualmente, utilizando luvas de borracha (ou similar), e os coloque em um recipiente como balde ou saco. Os melhores horários para o procedimento são pela manhã bem cedo ou no final da tarde, pois, como os demais moluscos terrestres, o caramujo africano evita a exposição ao sol forte, que o desidrata. Com um martelo ou um instrumento similar, quebre as conchas dos moluscos coletados e, em seguida, cave um buraco no terreno e coloque em seu interior, sempre que possível, uma pá de cal virgem, para evitar a contaminação do lençol freático, principalmente no caso de ser coletada uma grande quantidade de exemplares. É importante coletar também os ovos do caramujo, que são encontrados semi-enterrados no solo. Os ovos são facilmente reconhecidos, pois têm aproximadamente 5mm de diâmetro, forma arredondada, casca calcária amarelada e geralmente são encontrados em grande número. Em seguida à busca e à coleta de ovos, esmague-os bem e siga o mesmo procedimento citado para os caramujos. Caso não seja possível enterrar os caramujos e os ovos coletados, todos – depois de destruídos – devem ser colocados em sacos hermeticamente fechados, separados do lixo doméstico, e em seguida entregues ao sistema de coleta do município.



Figura 62. Procedimentos de controle de *A. fulica*: adultos e ovos.

O controle periódico é fundamental e, para tanto, a operação deve ser repetida sempre que novos caramujos forem localizados. Um único caramujo pode colocar até 400 ovos por desova, o que acarreta uma rápida reinfestação no ambiente.

Recomenda-se que os procedimentos de controle sejam realizados em toda a área da infestação, o que requer coletas periódicas e a participação da comunidade (vizinhos, associações de moradores ou o poder público) sempre que possível.

Importante:

- Não use sal para controlar os caramujos, para evitar a salinização do solo, o que poderá destruir gramados e outras plantas por muito tempo.
- Não utilize moluscidas ou venenos, pois são muito tóxicos e outros animais e mesmo pessoas podem ser contaminados e até morrer.
- A incineração dos exemplares também pode ser feita, desde que sejam tomados os devidos cuidados para se evitar acidentes durante o procedimento ou mesmo evitar que o fogo se espalhe. Mesmo quando incineradas, as conchas dos animais devem ser quebradas, para que não se tornem criadouros de larvas de insetos, como os da dengue, da malária, etc.
- Não coma caramujos encontrados livres no ambiente, crus ou que tenham sido mal cozidos.
- O caramujo africano não é um animal perigoso. Ele não morde, não pica e não tem veneno. Como para qualquer outro animal que vive livre em ambiente aberto, existe o risco de o caramujo africano transmitir doenças para o homem, razão pela qual se recomenda o uso de luvas de borracha ao manuseá-lo. Em caso de contato com o caramujo ou do contato de seu muco direto com a pele, basta lavar bem a área com água e sabão.
- Embora não haja, no Brasil, relatos de casos de transmissão de zoonoses (angiostrongilose abdominal e meningoencefalite eosinofílica) pelo caramujo africano, os procedimentos recomendados para a higienização de verduras, frutas e legumes consumidos crus são os que se seguem: lave bem esses alimentos em água corrente e deixe-os de molho por 30 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 1% (1 colher de sopa de água sanitária diluída em 1 litro de água filtrada). Com esses procedimentos é possível evitar, além de outros parasitos, a infecção por larvas de *Angiostrongylus* spp. eliminadas no muco deixado pelos moluscos, que podem contaminar os alimentos e causar as zoonoses citadas.

7.4 Ações de educação em saúde associadas ao controle malacológico

A esquistossomose é um exemplo típico de doença endêmica relacionada aos modos de viver, às práticas e às atitudes das populações, motivos pelos quais as medidas para o seu controle exigem, necessariamente, o envolvimento da comunidade. Nesse sentido, é imprescindível o aporte de metodologias próprias de educação em saúde capazes de viabilizar a concretização da participação comunitária.

Nas áreas endêmicas urbanas e rurais, particularmente nas regiões desfavorecidas, onde as populações vivem mais isoladas, a educação em saúde tem de se basear nos contatos pessoais, na aproximação dos grupos primários e na elaboração de programas coordenados com outras entidades – a escola, a igreja, as organizações de fomento agrícola e outras.

Um fator fundamental no trabalho de assegurar a participação individual e coletiva das populações nos programas de prevenção é a capacidade do profissional de saúde de se identificar emocionalmente com a tarefa. É difícil que alguém consiga qualquer resultado ponderável, no campo da educação, com uma aproximação fria, embora competente, do problema humano.

Cada profissional de saúde deve aproveitar todas as oportunidades do trabalho para ser um educador, de modo que em cada contato seu com os doentes ou com os membros da comunidade se estabeleça verdadeiramente uma comunicação de idéias e de sentimentos. Não há técnica nem material educativo que possa substituir essa capacidade de compreender e de fazer compreender.

Não existem métodos padronizados para essa tarefa de educação em saúde, pois a educação é fundamentalmente educação social. Como os grupos e as pessoas não são estáticos, cada situação deve ser enfrentada com uma atitude experimental. A avaliação deve ser um processo constante e a base da qual devem ser replanejadas e reorientadas as atividades de campo.

Um programa de controle da esquistossomose tem de ser planejado de forma integrada com os projetos que objetivam melhorar as condições sociais da população sob risco. A abordagem que inclui a comunidade por meio de programas integrados para a melhoria das condições gerais de saúde e de vida é a única que pode assegurar resultados duradouros e econômicos no controle da esquistossomose.

As seguintes medidas são exemplos de procedimentos, coletivos e individuais, úteis contra os caramujos na prevenção da esquistossomose:

- não deixar que poças de água se formem em torno de habitações, pois os caramujos conseguem viver nelas e as pessoas, sobretudo as crianças, podem facilmente se contaminar;
- limpar os leitos dos riachos e das valas para aumentar a velocidade e a força das águas e, assim, dificultar a sobrevivência dos caramujos nas margens e no fundo desses locais;
- evitar que restos de comida, inclusive de animais, e outros produtos ricos em matérias orgânicas cheguem até as águas, pois servem de alimento para os caramujos;
- pessoas que vivem em locais rurais e isolados, que por qualquer motivo não possam usar sanitários, devem procurar locais distantes das águas para fazer suas necessidades fisiológicas e cobrir as fezes com terra;

- as pessoas obrigadas a trabalhar dentro de águas suspeitas de contaminação devem usar botas e luvas impermeáveis, para diminuir o risco de pegar a esquistossomose;
- quando as atividades de trabalho, de banho e de recreação precisarem ser realizadas inevitavelmente nos mesmos locais, as pessoas devem fazê-las em localidades distantes dos pontos de dejetos e de focos conhecidos de caramujos;
- evitar entrar em águas suspeitas de contaminação em horários mais quentes e de maior luminosidade (entre as 9h e as 16h), horários tidos, reconhecidamente, como de maior atividade de transmissão da esquistossomose.

Na implementação desses procedimentos, é indispensável que todos, tanto indivíduos quanto grupos sociais, estejam conscientes das razões pelas quais as medidas estão sendo aplicadas e compreendam sua importância e também suas limitações.