

Como citar esse artigo:

Andrade, C.F.S. 2008. CONTROLE BIOLÓGICO DE BORRACHUDOS – DOSAGENS DE PRODUTOS À BASE DE *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* **Artigos Técnicos - Unicamp, Instituto de Biologia, Dep. de Zoologia**, Campinas, 2008. Site Ecologia Aplicada, 19pp. Disponível em: http://www.ib.unicamp.br/profs/eco_aplicada/. Acesso em: (colocar a data)

CONTROLE BIOLÓGICO DE BORRACHUDOS – DOSAGEM DE PRODUTOS À BASE DE *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* - 2008

Prof. Dr. Carlos Fernando S. Andrade
cfeandra@unicamp.br

RESUMO:

Existem dois produtos que são regularmente usados no Brasil para o controle das larvas de borrachudos. Apresenta-se aqui os aspectos técnicos desses produtos e suas recomendações de catálogo para uso no campo. Discute-se também como podem ser determinadas as vazões nos riachos de forma a se fazer as aplicações.

ABSTRACT:


Two products based on *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* are being currently used for blackfly control in Brazil. It is presented here technical aspects of these products and label recommendations of field concentrations. It is also discussed how to determine the flow rate in streams in order to proceed control applications.

1. PRODUTOS

NO BRASIL, OS PRODUTOS **VECTOBAC-AS** OU **TEKNAR** SÃO FORMULAÇÕES COMERCIAIS A BASE DA BACTÉRIA *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) E DE PROTEÍNAS DE SEUS CRISTAIS, QUE TÊM SIDO REGULARMENTE UTILIZADOS PARA O CONTROLE DAS LARVAS DE DÍPTEROS AQUÁTICOS JÁ HÁ MUITOS ANOS.

ABAIXO DOIS DOS PRODUTOS MAIS CONHECIDOS E UM NOVO PRODUTO LANÇADO RECENTEMENTE.

 <p>http://www.valentbiosciences.com/agricultural_products/agricultural_products_9.asp</p>	 <p>http://www.syngenta.com.br/pt/produtos/tekna_r.asp</p>
--	---

	<p>Foi lançado em 2005 no Brasil pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e pela empresa Bthek Biotecnologia.</p> <p>http://www.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2005/folder.2005-03-28.5410095572/folder.2005-04-</p>
---	---

2. FORMULAÇÃO E POTÊNCIA DOS PRODUTOS VECTOBAC-AS E TEKNAR

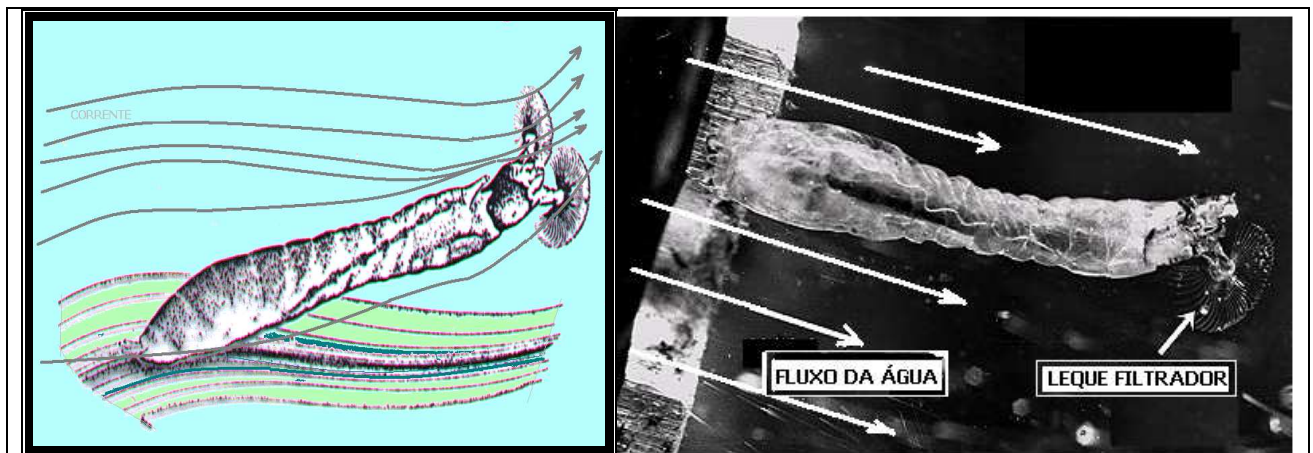
<p>TEKNAR: SUSPENSÃO AQUOSA, CONCENTRADA. POTÊNCIA: 3.000 UAA/mg DE PRODUTO FORMULADO. NOTA: UAA = UNIDADES <i>Aedes aegypti</i>, DETERMINADA POR BIOENSAIO COM SUAS LARVAS.</p>
<p>VECTOBAC: SUSPENSÃO AQUOSA, CONCENTRADA. POTÊNCIA: 1.200 ITU/mg DE PRODUTO FORMULADO. NOTA: ITU = 'International Toxic Units' (UNIDADES TÓXICAS INTERNACIONAIS) DETERMINADA TAMBÉM POR BIOENSAIO COM LARVAS de <i>Aedes aegypti</i>.</p>

Para comparação, informações de outros produtos BACTIVEC (Labiofam - de Cuba) e BACTIMOS (Solvey Duphar – da Holanda) e BT-HORUS (Embrapa e Bthek Biotecnologia do Brasil).

BACTIVEC: SUSPENSÃO AQUOSA, CONCENTRADA. POTÊNCIA: ??/mg DE PRODUTO FORMULADO. (NÃO INFORMADA)
BACTIMOS: CONCENTRADO EMULSIONÁVEL. POTÊNCIA: 1.000 ITU/mg DE PRODUTO FORMULADO.
Bt-horus SC: SUSPENSÃO CONCENTRADA (aquosa ?) POTÊNCIA: 1.200 ITU/mg DE PRODUTO FORMULADO.

Importante: 1 UAA = 2,5 ITU (portanto, a potência de Vectobac e Teknar é a mesma)

AS LARVAS DE BORRACHUDOS (DIPTERA; SIMULIIDAE) DESENVOLVEM-SE APENAS EM ÁGUA CORRENTE, ESTANDO PORTANTO SEMPRE FIXADAS AOS SUBSTRATOS DAS MARGENS E DO LEITO DE RIOS E RIACHOS, FILTRANDO MICRORGANISMOS PARA A SUA ALIMENTAÇÃO.



PARA QUE O EFEITO LETAL DOS LARVICIDAS **VECTOBAC-AS** OU **TEKNAR** OCORRA, É NECESSÁRIA QUE UMA DETERMINADA QUANTIDADE DE PRODUTO (CRISTAIS DA BACTÉRIA) SEJA INGERIDA PELAS LARVAS.

ASSIM, É NECESSÁRIO QUE DURANTE UM PERÍODO DE **TEMPO**, UMA DETERMINADA **CONCENTRAÇÃO** DE PRODUTO (QUANTIDADE POR LITRO DE ÁGUA) ESTEJA SENDO CARREADA PELAS ÁGUAS DO RIO OU RIACHO (carreamento do produto) E PASSANDO PELAS LARVAS. E É CLARO QUE ESSE PRODUTO NÃO VAI DESCER COM A ÁGUA

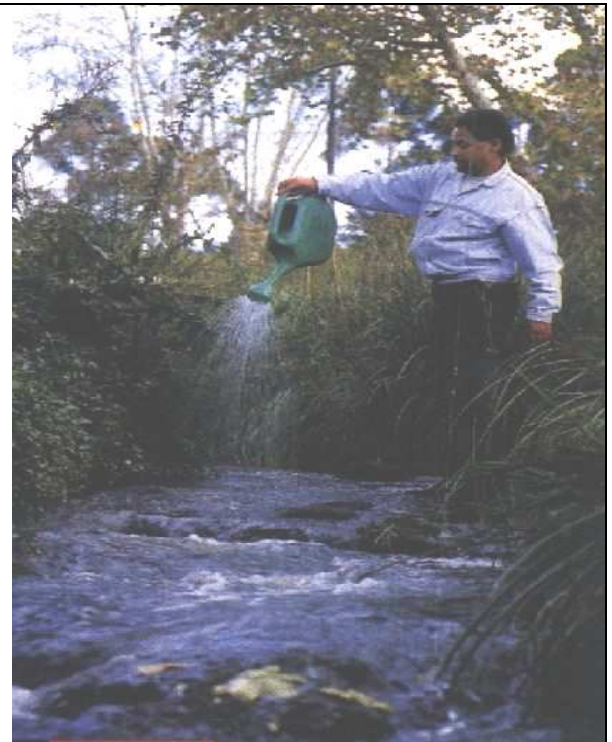
INDEFINIDAMENTE. A CONCENTRAÇÃO VAI DIMINUINDO CONFORME SE DISTANCIA DO PONTO DE APLICAÇÃO.

ENTÃO,
OS PRODUTOS PRECISAM SER APLICADOS NA FORMA DE UM REGADOR OU UM FRASCO PINGADOR, POR CERTO TEMPO, E EM VÁRIOS PONTOS AO LONGO DO RIO OU RIACHO.



ACIMA: Aplicação com frasco pingador no litoral de São Paulo.

AO LADO: aplicação com regador no Rio Grande do Sul



A RELAÇÃO ENTRE O **TEMPO** QUE VAI DURAR A APLICAÇÃO E A **CONCENTRAÇÃO** DO PRODUTO NO RIACHO É INVERSAMENTE PROPORCIONAL.

(OU SEJA, PODE-SE APLICAR UMA CONCENTRAÇÃO **BAIXA**, QUE FICA PASSANDO PELAS LARVAS DURANTE UM TEMPO **MAIOR**, OU UMA CONCENTRAÇÃO **ALTA**, QUE FICA PASSANDO PELAS LARVAS POR UM TEMPO **MENOR**.)

AS CONCENTRAÇÕES DE **VECTOBAC-AS** OU **TEKNAR** PARA APLICAÇÃO PODEM SER EXPRESSAS EM GRAMAS/LITRO (g/L) OU EM PARTES POR MILHÃO (ppm) (ISTO É PARTES DE PRODUTO POR UM MILHÃO DE PARTES DE ÁGUA DO RIACHO).

3. RECOMENDAÇÕES DOS CATÁLOGOS:

VECTOBAC-AS

VAZÕES	CONCENTRAÇÕES (ppm)	TEMPO (minutos)
Maiores (rios)	0,5	20
Vazões intermediárias	Entre 0,5 e 25	Entre 1 e 20
Menores (arroios e riachos)	25	1

O FABRICANTE DE **VECTOBAC-AS** INDICA: QUE A VARIAÇÃO NO VALOR DAS CONCENTRAÇÕES E NOS TEMPOS DE TRATAMENTO JUSTIFICA-SE CONSIDERANDO AINDA QUE EM CURSOS D'ÁGUA POLUÍDOS OU BARRENTOS E COM ELEVADA INFESTAÇÃO, SÃO NECESSÁRIOS TRATAMENTOS MAIS FORTES. NÃO HÁ INDICAÇÕES DE CARREAMENTO DO PRODUTO.

TEKNAR

VAZÕES (m³/min)	CONCENTRAÇÕES (ppm)	TEMPO (minutos)	Carreamento (m)
0,01 - 0,16	(não aplicar)	1	-
0,17 - 0,31	50	1	50
0,32 - 0,62	50	1	60
0,63 - 1,25	45	1	75
1,26 - 2,50	40	1	125
2,51 - 5,00	30	1	250
5,01 - 10,0	20	1	500
10,1 - 15,0	15	1	750
15,1 --- ∞	12	1	1000

O FABRICANTE DE **TEKNAR** INDICA AINDA QUE ESSAS CONCENTRAÇÕES:

- 1-devem ser colocadas junto a mais três litros de água em um regador com um bico chuveiro, calibrado para descarregar tudo em **1 minuto**.
- 2- devem ter diferentes carreamentos nos cursos d'água, ou seja, vão descer com a corrente de água por diferentes distâncias (indicadas na tabela acima).

4. SOBRE VAZÕES, CONCENTRAÇÕES E TEMPOS DE APLICAÇÃO (como avaliar a eficiência dos CARREAMENTOS à parte)

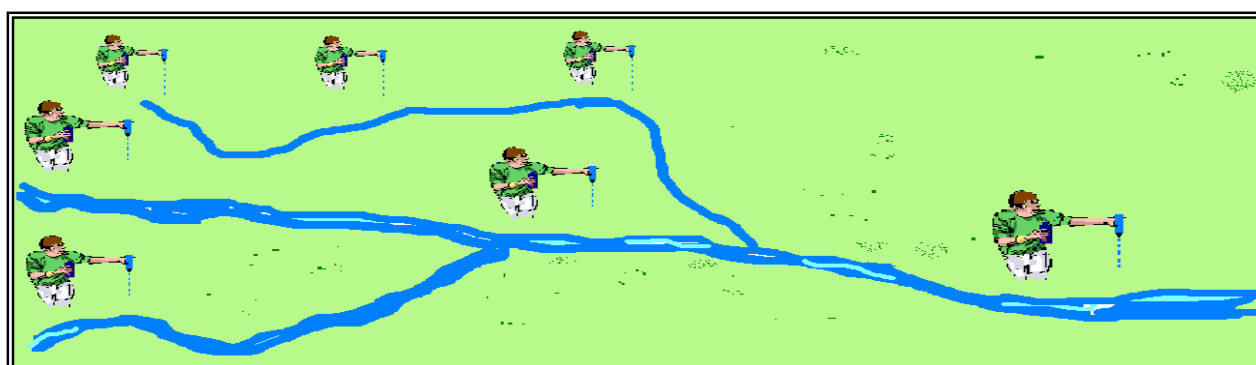
A quantidade de água que passa pelas larvas de borrachudos na verdade, não tem importância na eficiência dos produtos. Ou seja, qualquer que seja a vazão de um curso d'água, se uma larva está exposta a uma concentração letal, então ela vai ingerir o produto e morrer. Mas, devido principalmente às formulações, as aplicações não se distribuem bem nos pequenos riachos, não se homogeneízam, e são necessárias concentrações maiores. E ainda, quando as vazões são pequenas, os produtos vão ser pouco carregados, e novas aplicações são necessárias em curtos intervalos de distância.

Nos rios maiores portanto, as concentrações podem ser menores e vão ser carregadas a distâncias muito maiores.

Na África, por exemplo, Lacey et al (1982) registrou que conseguiram virtualmente 100% de controle das larvas de *S. damnosum* em 20Km do rio Marahoué na Costa do Marfim, depois de um tratamento de TEKNAR (concentrado emulsionável, e não suspensão aquosa !) na concentração de 1,5ppm aplicada por 10 minutos. A vazão do rio era enorme, de 457m³/segundo !. (~500.000 litros/segundo ou 30.000.000 litros/minuto).

Além da vazão, a própria fisionomia do rio tem influência. Assim, três rios por exemplo com uma mesma vazão, digamos 1m³/minuto, dependendo do relevo do seu fundo, pode ter mais ou menos poços. E o carregamento vai ser diferente.

No exemplo abaixo, para um riacho de pouca vazão e seus afluentes, são necessárias concentrações altas e várias repetições



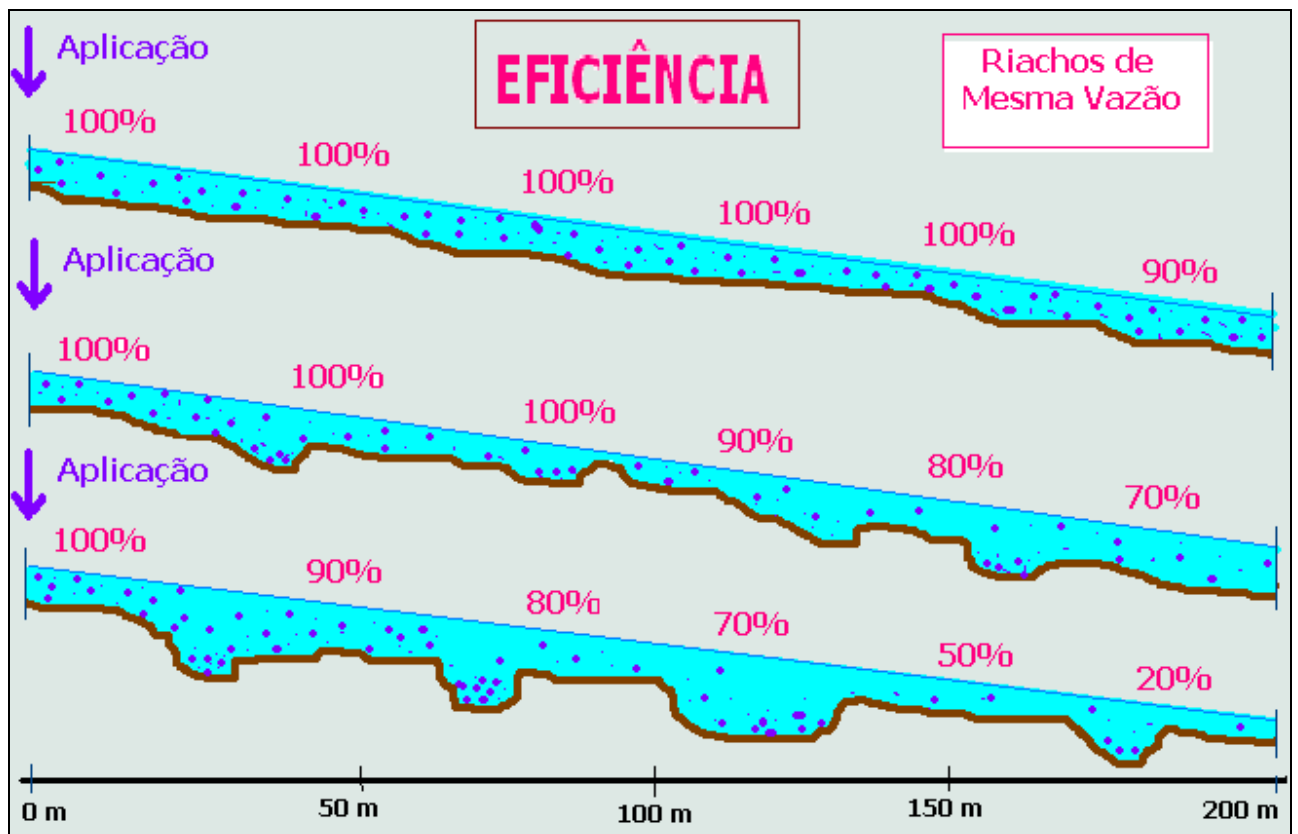
O fundo dos rios e riachos

Além da vazão, o carreamento também vai depender do fundo do riacho ou rio.

VEJA A FIGURA ABAIXO:

Uma representação de um trecho de 200m de três rios (ou riachos) com a mesma vazão, mas com diferentes fundos. No primeiro o fundo é regular e pouco acidentado. No segundo é mais acidentado, e no terceiro, bastante acidentado, com poços, regiões mais rasas e outras mais fundas.

Enquanto no primeiro rio o carreamento é eficiente até cerca de 150 metros abaixo da aplicação, no segundo rio a eficiência vai até cerca de 170m e no terceiro, até cerca de 25m apenas.



Nota crítica: Alguns pesquisadores consideram 'carreamento eficiente', quando ocorre 80% de mortalidade ou mais. Mas quando se deseja controle, o que deve ser considerado 'Carreamento Eficiente', deveria ser 100% de mortalidade !!

Da mesma forma que os poços, rios com seu fundo de areia e plantas aquáticas filtram mais o produto do que aqueles com fundo de pedra, e vão

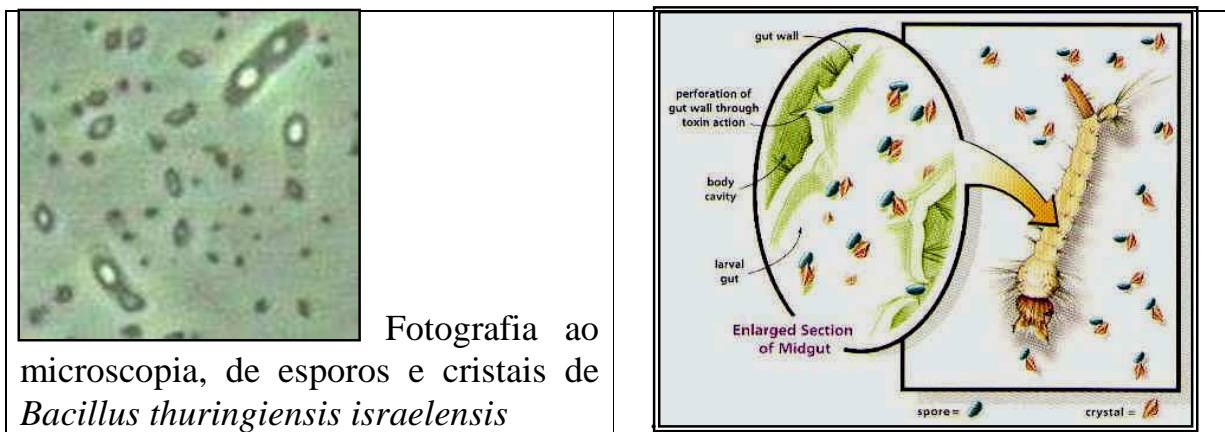
permitir menor carreamento. E rios com sua calha profunda e bem formada, permitem melhor carreamento do que aqueles mais rasos e de fundo irregular.



Os tempos de aplicação

O tempo que deve ficar passando o produto pelas larvas, de fato pode ser muito curto. Basta as larvas ingerirem os esporos e cristais DA BACTÉRIA, por poucos minutos, que vão morrer pela toxemia.

Os esporos têm pouco efeito, pois não há tempo para germinarem. As toxinas do cristal são rápidas em matar as larvas



Uma questão que deve ser levada em conta:

Depois que eclodem dos ovos, as larvas de borra passam por 7 a 8 mudas de pele, crescendo, até formarem a pupa, de onde emergem os adultos. E enquanto trocam de pele, o que pode durar vários minutos, elas não se alimentam, e obviamente não vão ingerir os esporos e cristais de B.t.i. Assim, pode-se prever que uma proporção de larvas no riacho sempre estarão fazendo muda e não vão morrer se a aplicação for de curto período.

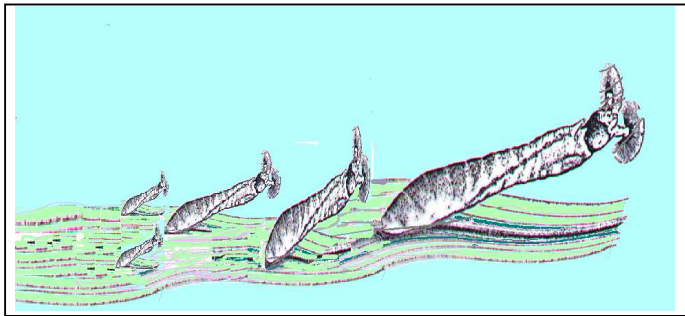


Figura mostrando larvas de borrachudos de diferentes estádios (idades).

Veja novamente na TABELA de recomendação dos catálogos, para o produto **Vectobac-AS**, que a recomendação para rios grandes é de 20 minutos, para riachos e arroios menores é de 1 minuto e para os cursos d'água intermediários, tempos de aplicação intermediários entre 1 e 20 minutos.

Essa recomendação dificulta um pouco as aplicações. Para um riacho pequeno pode não ser difícil fazer uma garrafa pingadeira que fique 20 minutos dispensando a mistura de produto na água por vinte minutos, mas para um rio grande, como a quantidade de produto vai ser maior, fica mais difícil. De fato, em rios grandes da África por exemplo, as aplicações são aéreas e praticamente instantâneas! Um pequeno avião cruza o rio de uma margem a outra aplicando o produto, quase puro. Voa uma distância rio abaixo, até o próximo ponto de aplicação e cruza novamente o rio fazendo nova aplicação.

Veja agora a TABELA para o produto Teknar. A recomendação é sempre para aplicações de 1 minuto de duração.

CÁLCULO DA VAZÃO

A VAZÃO de um rio ou riacho é a quantidade (volume) de água que passa em um determinado ponto desse rio ou riacho, em um dado período de tempo.

PODE SER CALCULADA POR UMA FÓRMULA e a fórmula para calcular esse volume é simples:

$$\mathbf{VAZÃO = L \times P \times V \times a}$$

Aonde : 'L' é a largura média de um determinado trecho do rio.

'P' é a profundidade média nesse trecho.

'V' é a velocidade média da água e

'a' é um fator de correção relativo ao substrato do fundo

(a= 0,9 para fundo de areia e terra, a=0,8 para fundo de pedra, a=0,85 misto)

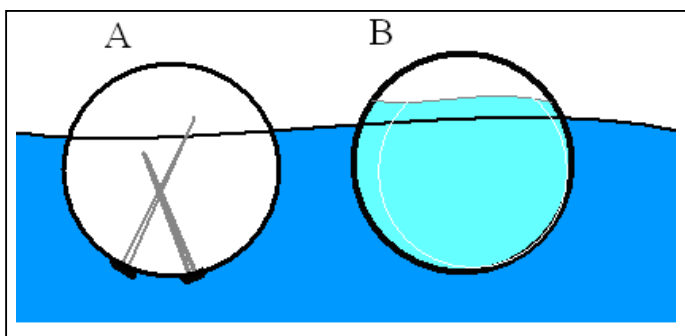
Assim, se as medidas estão expressas em metros e a velocidade foi tomada para um minuto, temos a vazão em metros cúbicos por minuto (m^3/min , que é o mesmo que 1.000 litros/min).



Para se calcular as médias de **largura e profundidade**, se o trecho do riacho for bem homogêneo, pode-se fazer menos medições, ao contrário, se for muito heterogêneo, é melhor fazer mais medições. Uma trena e uma régua de madeira são suficientes para rios de tamanho médio e riachos.

Para se calcular as médias de **velocidade**, existem duas opções mais clássicas.

A primeira e menos sofisticada, é cronometrar a velocidade de corpos semi-flutuantes, como uma laranja, um limão, ou uma bolinha de isopor ou de ping-pong lastreadas. Pode-se atravessar a bolinha de isopor com preguinhos ou injetar cerca de 25ml de água nas bolinhas de ping-pong para que fiquem semi-flutuantes.



A) Bolinha de isopor lastreada com pregos e B) de ping-pong com 25ml de água.

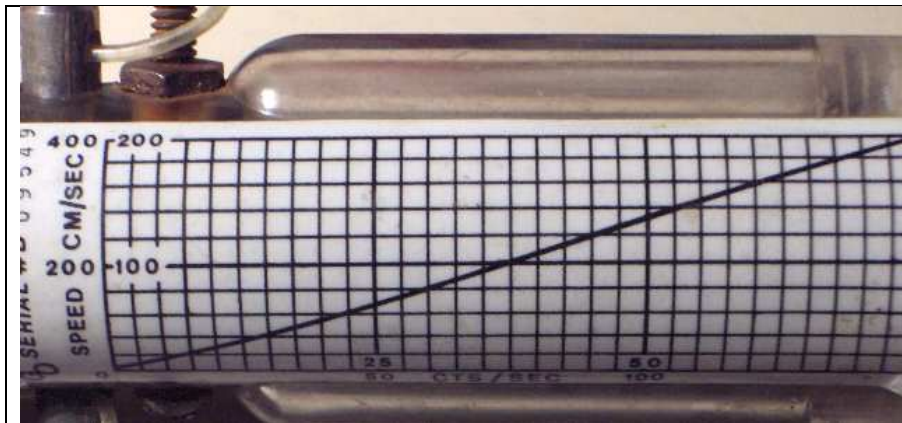
A outra maneira de calcular a **velocidade da água** é usando um **FLUXÔMETRO**.



Os fluxômetros são na verdade rotores com hélices, acoplados em um conta-giros.

Os fluxômetros mais sofisticados são digitais, mas os mais simples têm um mostrador com vários dígitos. Anota-se a numeração, coloca-se o fluxômetro na corrente, por 30 segundos, por exemplo, e anota-se a numeração final.

Subtraindo-se a numeração inicial da numeração final, têm-se o número de voltas em 30 segundos. Agora, usa-se uma escala (ABAIXO) que muitas vezes está no próprio corpo do fluxômetro.



No eixo horizontal temos VOLTAS POR SEGUNDO e no eixo vertical, temos a velocidade em CENTIMETROS POR SEGUNDO.



<- Posicionando o fluxômetro e fazendo a medição.

A VAZÃO PODE TAMBÉM SER CALCULADA INSTANTANEAMENTE, ou seja, apenas consultando uma medida de profundidade e usando-se uma tabele, se isso for feito com o auxílio de uma calha tipo **Parshall. Modificada**.

Essas calhas são construídas em alvenaria de forma que o richo passe por dentro da calha. Assim, primeiro é necessário fazer o desvio do curso

do riacho, construir a calha e voltar o curso do riacho para que a água passe pela calha.

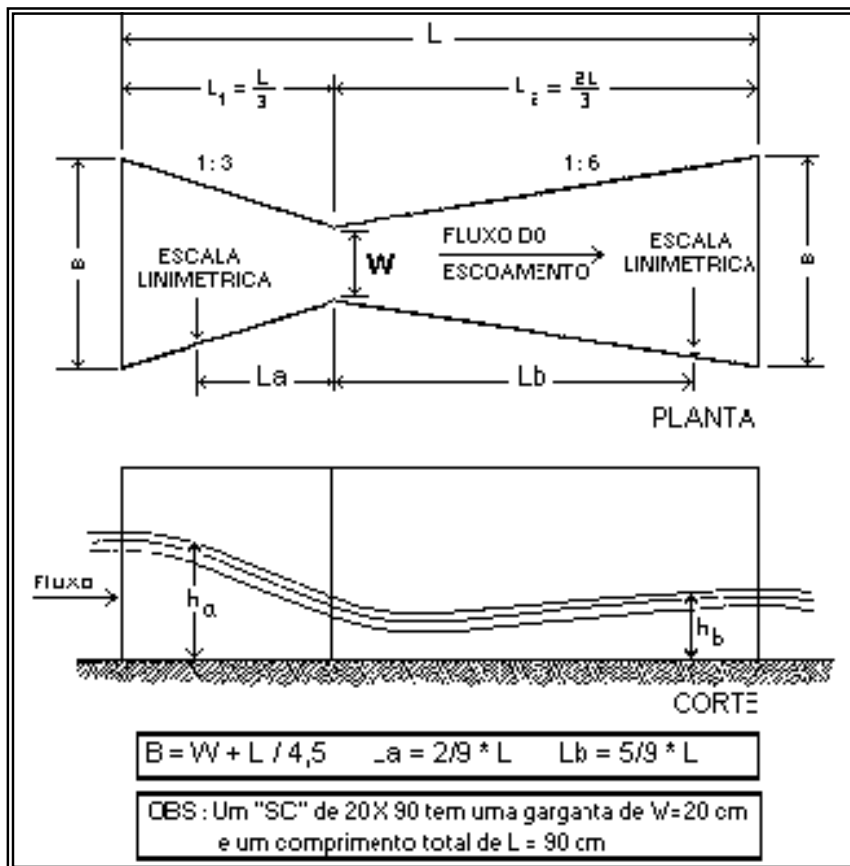
Na figura abaixo, Dra Lúcia Mardini demonstra o uso da calha no programa de controle de borrachudos no Rio Grande do Sul.



Dependendo do tamanho do riacho, ou seja, da vazão máxima (**Q**) mais provável dele, existem 4 tipos tamanhos de calhas, com Larguras (**W**) e Comprimentos (**L**) diferentes. A menor (Tipo 1) é para riachos pequenos, com vazões até 15 metros cúbicos por minuto, e a maior para rios com até cerca de 60 m³/min de vazão máxima.

Tipos de Calhas Parshall Modificada segundo a vazão máxima do riacho			
CALHA Tipo	Tamanho (cm)		Q max. m ³ /min.
	Largura (W)	Comprimento (L)	
1	30	90	15.1
2	40	180	25.1
3	60	180	38.1
4	100	270	57.9

A figura abaixo mostra a planta dessas calhas, em visão superior e em corte transversal (Detalhes em SILVEIRA, 1985 e NARDINI, L.B., 2002).



Uma vez construída a calha tipo Parshall, as medidas de vazão podem ser feitas diretamente em uma régua graduada que existe na parede interna da calha.



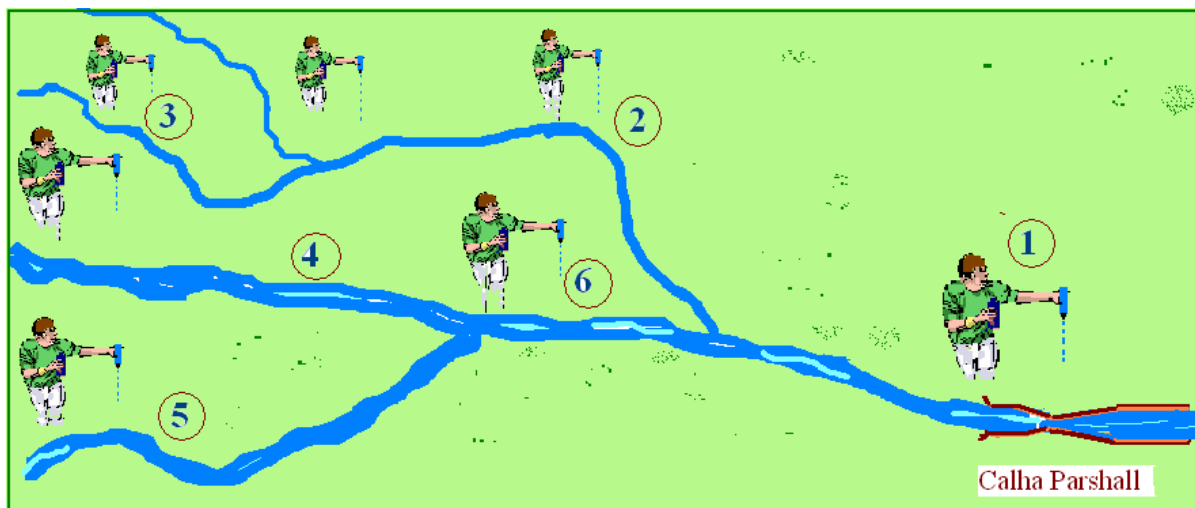
O técnico de campo mede a altura da coluna de água (cm) na régua e consultando uma tabela determina a vazão do riacho naquele momento.

Como exemplo, apresenta-se abaixo para os quatro tipos de calhas, quais seriam as vazões em m^3/min em função de três hipotéticas medidas de altura da coluna de água nas régua.

TABELA: Exemplo de vazões de 4 riachos diferentes aonde foram construídas calhas Parshall modificadas.

ALTURA DA ÁGUA NA RÉGUA	VAZÕES (m ³ / min)			
	Tipo de calha 1	2	3	4
10 cm	0,96	1,32	1,98	3,59
20 cm	3,42	4,08	6,24	10,40
30 cm	7,20	8,02	12,12	19,62

Esse método é muito prático. Precisa, no entanto ser complementado pelo outro método de cálculo de vazão, para os tributários que deságuam acima desse trecho do riacho. Assim, uma vez estabelecida a vazão usando-se a medida e a tabela no trecho onde está a calha (Ponto 1), deve-se calcular as vazões nos pontos acima (Ponto 2 a 6) pelo método da bolinha ou fluxômetro. Calcula-se então a quantidade de produto que vai ser aplicada em cada ponto. Depois, para cada determinado dia de aplicação, deve-se calcular quanto de produto será aplicado no ponto 1 (da calha) e manter a mesma proporção de produto para os outros pontos, conforme estabelecido anteriormente.



BIBLIOGRAFIA DE APOIO:

MANUAL PARA IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMAS MUNICIPAIS DE CONTROLE DE SIMULÍDEOS - NORMAS TÉCNICAS, 2002. Governo Estadual do Rio Grande do Sul.

ANDRADE, C.F.S., 1986. “**Perspectivas do uso de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* no controle de borrachudos no Brasil**”. I Seminário sobre Vetores Urbanos e Animais Sinantrópicos. Depto. de Parasitologia, ICBUSP. São Paulo, SP.

ANDRADE, C.F.S., 1989 "Ecologia de Supressão de Populações de Culicídeos e Simulídeos". Tese de DOUTORADO (Área de Ecologia, Instituto de Biologia Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP).

ANDRADE, C.F.S., 1989. "Manejo Integrado de Borrachudos". **Anais XI Congr. Bras. Entomologia, Campinas/SP, 1987** 3:141-157

ANDRADE, C.F.S.; CABRINI, I. 2007. “Controle de Pernilongos e Borrachudos em Áreas Urbanas”. cap.5. In: PINTO, A. de S.; ROSSI, M.M.; SALMERON, E. (eds.) Manejo de Pragas Urbanas. Piracicaba: CP 2, 2007. p.55-66. (208p., ISBN: 978-85-60409-02-0).

ANDRADE, C.F.S.; GUTIERREZ, M., CABRINI, I.; FREITAS, A.R.R. GALBINI, M.B.D. & FELIZARDO, M. 2007. Uma Comparação entre Vectobac AS e Bt-horus para Larvas de *Aedes aegypti* (Linhagem Rockefeller), **Artigos Técnicos - Unicamp, Instituto de Biologia, Dep. de Zoologia**, Campinas, 2008. Site Ecologia Aplicada, 9pp.

Disponível em: http://www.ib.unicamp.br/profs/eco_aplicada/artigos_tecnicos.htm

Acesso em: (colocar a data de acesso)

ARAÚJO-COUTINHO C.J.P.C. & L. A. LACEY. CONTROLE DE SIMULÍDEOS COM CONCENTRADO EMULSIONÁVEL DE *Bacillus Thuringiensis*. Superintendência de Controle de Endemias -SUCEN. Rua Paula Souza No. 166, CEP 01027, São Paulo, SP, Brasil.

CASTELO BRANCO JR., A. & C.F.S. ANDRADE, 1992. Susceptibility of *Simulium pertinax* Kollar, 1832 (Culicomorpha, Simuliidae) to *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* in an atypical breeding habitat. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz** 87(2): 317-318.

CAMPOS, G. J. & ANDRADE, C.F.S. 1999. Aspectos da Entomologia Médica e Veterinária dos Borrachudos (Diptera, Simuliidae) - Biologia, Importância e Controle. **Revista de Farmácia e Biologia LECTA- USF**, 17(1):51-65.

CAMPOS G. J. & ANDRADE, C.F.S. 2001 Considerações Sobre Simulídeos (Diptera, Nematocera) e seu Controle. **Entomologia y Vectores** 8(1): 27-50.

WHO, 1999. Guideline specifications for bacterial larvicides for public health use Report of the WHO Informal Consultation 28-30 April 1999 WHO, Geneva - WHO/CDS/CPC/WHOPES/99.2 (ENGLISH ONLY)

Leitritz, 1959

MARDINI, L.B., 2002. CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO SOBRE MANEJO INTEGRADO DE *Simulium* sp NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL. Avaliação do Programa de Controle. TESE DE DOUTORADO- 2002 - PUC – RS Programa de Pós Graduação em Zoologia.

Needham & Needham, 1972.

POLANCZIK, R. & ALVES, S.B. 2003. *Bacillus thuringiensis* – Uma Breve Revisão. *Agrociência* 7 (2):1-10. Disponível em: <http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/VOL7/2/p1-10.pdf> , Acesso em 10/01/2008.

VILARINHOS, P.T.R, DIAS, J.M.C.S., ANDRADE, C.F.S; & COUTINHO C.J.P.C.A, 1998
“Uso de bactérias para o controle de culicídeos e simúlídeos” Cap. XIII em Controle Microbiano de Insetos. S.B. ALVES coord. Editora FEALQ/USP, pp 447-480

Veja também:
CONTROLE BIOLÓGICO DE BORRACHUDOS –
EFICIÊNCIA E CARREAMENTO DE PRODUTOS
- 2008