

Francisco Eduardo da Fonseca Delgado

**Avaliação do Controle Estratégico do *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887), pelo Programa BABSIM, em Propriedades dos Campos das Vertentes e Sul de Minas**

Dissertação apresentada à Universidade federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Medicina Veterinária.

Área: Medicina Veterinária Preventiva


Orientador: Dr. Romário Cerqueira Leite

Belo Horizonte  
Escola de veterinária – UFMG  
2002

**D352a Delgado, Francisco Eduardo da Fonseca, 1962-  
2002** Avaliação do controle estratégico do *Boophilus microplus* (Cane-trini, 1887), pelo programa BABSIM, em propriedades dos Campos das Vertentes e Sul Minas / Francisco Eduardo da Fonseca Delgado. – Belo Horizonte: UFMG-Escola de Veterinária, 2002.  
29p. : il.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária  
1. Carrapato – Controle – Teses. 2. *Boophilus microplus* – Controle – Teses.  
3. Bovino – Parasitas – Teses. 4 Modelos matemáticos – Teses. I. Título.

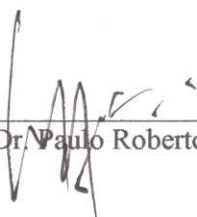
CDD – 636.208 969 68


Dissertação defendida e aprovada em 25 de outubro de 2002, pela Comissão examinadora, constituída por:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Romário Cerqueira Leite  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Cristina Marques Lisboa Lopes

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Oswaldo Costa

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Paulo Roberto de Oliveira

  
\_\_\_\_\_  
Dr. John Furlong

## AGRADECIMENTOS

**“A Deus, que sempre me deu coragem  
para seguir em frente”.**

Esta dissertação tem sido compartilhada com várias pessoas muito especiais, às quais gostaria de agradecer imensamente, pois sem suas palavras de incentivo nada seria possível:

Ao Professor Romário Cerqueira Leite, pela enriquecedora, pronta e fundamental orientação.

Ao meu amigo Dr. John Furlong, pela disponibilidade, atenção e apoio irrestrito.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

A Jesus, por ter colocado na minha vida os meus familiares, pois é na família que encontro força, exemplo e coragem para prosseguir.

Minha gratidão ao amigo Marcos Malacco, cuja amizade e carinho são preciosos, sem falar do apoio que tem sido tão importante neste momento.

Aos meus colegas e professores do mestrado, que, com a troca de experiências, me proporcionaram um grande aprendizado.

Em especial, às minhas mestras Ligia M. Friche Passos e Rita Maria Netto Armando, pela amizade, motivação, disponibilidade e troca de experiências.

“Os grandes feitos são conseguidos não  
pela força, mas pela perseverança.”

Samuel Johnson

## SUMÁRIO

SUMÁRIO		
	<b>RESUMO .....</b>	<b>8</b>
	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>8</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>9</b>
2.1	Biologia de <i>Boophilus microplus</i> .....	9
2.2	Controle Estratégico de <i>Boophilus microplus</i> .....	10
2.3	Modelos.....	12
<b>3</b>	<b>HIPÓTESE .....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
5.1	Localização das Propriedades .....	13
5.2	Caracterização das Propriedades .....	13
5.3	Controle Estratégico .....	13
5.4	Contagens de Carrapatos .....	14
5.5	Dados Climáticos .....	14
5.6	Programa para Simulação .....	14
5.7	Ajustes do Modelo .....	15
5.8	Arquivos Climáticos.....	17
5.9	Análises Estatísticas.....	19
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>26</b>

### LISTA DE TABELAS

Tabela - 1	Parâmetros biológicos determinantes do índice do hospedeiro (ieh) pelas larvas infestantes de <i>Boophilus microplus</i> , dependentes da temperatura (t), originais babsim e ajustados.....	16
Tabela - 2	Parâmetros biológicos determinantes do índice de sobrevivência (is) da fase de vida livre de <i>Boophilus microplus</i> , dependentes da temperatura (t), originais babsim e ajustados .....	16
Tabela - 3	Parâmetros biológicos determinantes do índice de sobrevivência (is) da fase de vida livre de <i>Boophilus microplus</i> , dependentes de precipitação (ip), originais babsim e ajustados.....	17
Tabela - 4	Tratamentos com acaricidas realizados na Fazenda Santa Fé, em Lavras (MG), no período de 1988-1991.....	18
Tabela - 5	Tratamentos com acaricidas realizados na Fazenda FAEPE, em Lavras (MG), no período de 1988-1991.....	18
Tabela - 6	Tratamentos com acaricidas realizados na Fazenda São Bento, em Entre Rios de Minas (mg), no período de 1988-1991.....	18
Tabela - 7	Tratamentos com acaricidas realizados na Fazenda Cayuaba, em Entrios de Minas (MG), no período de 1989-1991.....	19
Tabela - 8	Teste - t de <i>Student</i> para duas amostras: Fazenda Santa Fé (controle) x Fazenda FAEPE (controle estratégico).....	21
Tabela - 9	Teste - t de <i>Student</i> para duas amostras: Fazenda São Bento (controle) x Fazenda Cayuaba (controle estratégico).....	22

Tabela-10	Teste de Kruskal-Wallis: (teste não paramétrico) Fazenda FAEPE (controle estratégico) x fazenda FAEPE (simulação Babsim).....	23
Tabela-11	Teste - t de <i>Student</i> pareado para médias amostrais: Fazenda FAEPE (controle estratégico) x Fazenda FAEPE (simulação babsim).....	23
Tabela-12	Teste de Kruskal-Wallis: (teste não paramétrico) Fazenda Santa Fé (experimento) x Fazenda Santa Fé (simulação Babsim).....	24
Tabela-13	Teste de Kruskal-Wallis: (teste não paramétrico) Fazenda Cayuaba (experimento) x Fazenda Cayuaba (simulação Babsim).....	24
Tabela-14	Teste de Kruskal-Wallis: (teste não paramétrico) Fazenda São Bento (experimento) x Fazenda São Bento (simulação babsim).....	25

---

**LISTA DE GRÁFICOS**

---

Gráfico 1	Curvas observadas da população de <i>Boophilus microplus</i> (fêmeas > 4,5 mm), nas Fazendas FAEPE e Santa Fé, no município de Lavras, MG .....	20
Gráfico 2	Curvas observadas da população de <i>Boophilus microplus</i> (fêmeas > 4,5 mm), nas Fazendas Cayuaba (controle estratégico) e São Bento (controle) no município de Entre Rios de Minas, MG.....	21
Gráfico 3	Curvas observadas da população de <i>Boophilus microplus</i> (fêmeas > 4,5 mm) nas Fazendas FAEPE (dados observados) e FAEPE (simulação pelo Babsim) no município de Lavras, MG.....	22
Gráfico 4	Curvas observadas da população de <i>Boophilus microplus</i> (fêmeas > 4,5 mm) nas Fazendas Santa Fé (dados observados) e Santa Fé (simulação pelo Babsim), no município de Lavras, MG .....	23
Gráfico 5	Curvas observadas da população de <i>Boophilus microplus</i> (fêmeas > 4,5 mm) nas fazendas Cayuaba (dados observados) e Cayuaba (simulação pelo Babsim) no município de Entre Rios de Minas, MG.....	24
Gráfico 6	Curvas observadas da população de <i>Boophilus microplus</i> (fêmeas > 4,5 mm) nas Fazendas São Bento (dados observados) e Fazenda São Bento (simulação pelo Babsim), no município de Entre Rios de Minas, MG .....	24

## RESUMO

Este trabalho consistiu na avaliação dos resultados da aplicação de um programa de controle estratégico do carrapato dos bovinos *Boophilus microplus* em quatro propriedades rurais de duas bacias leiteiras do estado de Minas Gerais: fazendas FAEPE e Santa Fé, no município de Lavras, e fazendas Cayuaba e São Bento, no município de Entre Rios de Minas, em rebanhos puros e mestiços, pelo período de novembro de 1988 a outubro de 1991. A pesquisa consistiu na coleta de dados primários, obtidos nas propriedades em estudo, representados pelas cargas parasitárias em 5 animais aleatoriamente escolhidos dentro das categorias novilha, bezerra e vaca. Em cada área foi destinada uma ou duas propriedades para a realização do controle estratégico com aplicação de 6 banhos, intervalados de 28 dias, no período de outubro a março de todos os anos de duração do experimento. De cada bacia leiteira, uma propriedade foi destinada para "controle", sendo monitorada mensalmente para avaliação das cargas parasitárias dos animais. As contagens médias obtidas nos permitiram concluir, através de análises estatísticas e gráficas, que as populações submetidas ao controle estratégico proposto apresentaram uma menor população média de carrapatos e populações dinamicamente mais estáveis. Consistiu também o presente estudo na apresentação dos resultados da aplicação do programa de computador para avaliação de dinâmica populacional BABSIM (Haile et al, 1992), aplicado aos dados que caracterizam as fazendas citadas. As simulações de médias populacionais obtidas pelo BABSIM nos permitiram observar que as populações médias simuladas de fêmeas (> 4,5 mm) do carrapato dos bovinos *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) não apresentaram diferenças estatísticas significativas quando comparadas com os dados primários coletados e observados naquelas propriedades, concluindo-se assim pela adequação do programa, após as alterações realizadas.

Palavras - chave: *Boophilus microplus*, controle estratégico, BABSIM, simulações, modelos matemáticos.

## ABSTRACT

This work consisted of the evaluation of the results of the application of a program of strategic control of the tick of the bovine *Boophilus microplus* in four rural properties of two basins milk pans of the state of Minas Gerais, farms FAEPE and Santa Fé, in the municipal district of Lavras and farms Cayuaba and São Bento, in the municipal district of Entre Rios de Minas, in pure and cross breed cattle, for the period of November of 1988 to April of 1991. The research consisted of the primary data collection obtained in the properties in study acted by the parasitic loads in 5 animals randomized chosen inside of the categories calves, heifer and cow. In each area it was destined one or two properties for the accomplishment of the strategic control with application of six baths, whit interval of 28 days, in the period of October to March of all of the years of duration of the experiment.. Of each basin milk pan a property was destined for "control", being monitored monthly for evaluation of the parasitic loads of the animals. The medium countings of obtained adult females us they allowed to end through statistic and graphic analyses that the populations submitted to the proposed strategic control also presented a smaller medium population of ticks and populations more dynamically estables. It also consisted the present study of analyzing of the results of the application of the computer program goes evaluation of population dynamics applied BABSIM (Haile et al, 1992) to the dates that characterize the mentioned farms. The mean population of adult female of the bovine cattle tick simulations obtained by BABSIM allowed to observes us, that the mean population simulated of female (> 4,5 mm) of the bovine cattle tick *Boophilus microplus* didn't present significant statistical differences when compared with the collected primary dates and observed in these properties, being concluded like this by the adaptation of the program, after the accomplished alterations.

keywords: *Boophilus microplus*, strategic control, BABSIM, simulations, mathematical models.



## 1 - INTRODUÇÃO

Minas Gerais é um dos principais Estados produtores de leite do Brasil, justificando-se essa posição mais pela área explorada para esse fim do que pela produtividade alcançada. As causas para a baixa produtividade nos rebanhos mineiros são várias e, dentre elas, os aspectos de saúde ocupam grande destaque. A desnutrição sazonal e as parasitoses são ainda responsáveis por perda substancial na produção de leite. Os carrapatos ocupam lugar de destaque pelas perdas econômicas que ocasionam aos rebanhos, ao Estado e ao País, pelos altos gastos com produtos carrapaticidas, sem que se consiga efetivamente modificar a realidade dessa parasitose que permanece com alta prevalência e incidência.

Estudos da biologia do *Boophilus microplus* - Canestrini, 1887 (Acarina, Ixodidae) foram realizados no Estado de Minas Gerais, objetivando viabilizar seu combate de acordo com as condições ambientais, propondo formas racionais de combate àquele parasita por meio de controles estratégicos, que visam a retardar o processo de resistência aos produtos e a diminuir a infestação das pastagens, sem, contudo, interferir na estabilidade enzoótica.

Dentro deste contexto, e baseado no experimento realizado por Oliveira (1993) e nos dados por ele coletados no período de 1988 a 1991, foi proposto, no presente estudo, uma reavaliação daqueles dados, com vistas à comprovação estatística das medidas de controle estratégico implementadas à época de realização do experimento.

Os modelos de previsão e explicação da dinâmica populacional de carrapatos são elaborados de acordo com o seguinte protocolo seqüencial de procedimentos: visualização do modelo ecológico, representação matemática e, finalmente, desenvolvimento de *softwares* que simulam esses modelos.

Os modelos computacionais representam uma poderosa ferramenta para o estudo da dinâmica populacional de vetores e estratégias de controle integrado. As simulações em modelos computacionais podem promover uma comparação da efetividade de um ilimitado número de cenários de controle que, de outro

modo, seriam impossíveis de serem conduzidos em função do tempo e do custo requeridos para sua realização.

Neste estudo foram comparados os resultados obtidos por Oliveira (1993) da contagem média de carrapatos em propriedades dos municípios de Lavras e Entre Rios, ambos no Estado de Minas Gerais, comparando-se propriedades onde se realizavam controle operacional estratégico de carrapatos e fazendas ditas "controle". Esses resultados foram também comparados a resultados de simulações da dinâmica populacional pelo programa BABSIM (Haile et al., 1992), considerando-se as condições prevalentes quando das contagens realizadas no período (1988-1991).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar qualitativa e quantitativamente o desempenho do programa BABSIM (Haile et al, 1992) como instrumento de avaliação e análise epidemiológica e ecológica da dinâmica populacional do *Boophilus microplus* nas propriedades estudadas por Oliveira (1993), bem como analisar estatisticamente o comportamento das populações de carrapatos por ele estudadas no que se refere à eficiência da inserção do controle estratégico implementado à época do experimento.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 - BIOLOGIA DE *Boophilus microplus*

O *Boophilus microplus* pertence ao filo Arthropoda, classe Arachnida, sub-classe Acari, ordem Ixodida, subordem Ixodina, família Ixodidae, gênero *Boophilus*, espécie *Boophilus microplus*, cujos membros, postula-se, desenvolveram-se como parasitas obrigatórios de répteis no final do período paleolítico ou início do mesolítico, em climas quentes e úmidos. Supõe-se que, quando aqueles répteis se ramificaram em numerosas formas de vida, preenchendo nichos aquáticos e terrestres, esses carrapatos mais primitivos evoluíram em duas principais famílias: Argasidae e Ixodidae. A espécie *B. microplus* originou-se provavelmente da Ásia, quando mamíferos e pássaros substituíram os répteis como vertebrados dominantes, já no período terciário (Hoogstraal, 1985). Adaptou-se perfeitamente ao clima dos países tropicais, onde o calor e a umidade

propiciaram condições favoráveis à sobrevivência e à manutenção da espécie (Powel & Reid, 1982).

As primeiras observações sobre a biologia do *B. microplus* foram realizadas por Pound (1899), Lignière (1900), Lounsbury (1905), Rhor (1909), todos citados por Hooker et al (1912)

Dentro desse contexto, alguns pesquisadores já teciam considerações sobre a morfologia e biologia do *B. microplus* em seus diversos estágios de vida livre e parasitária: Lahile (1904, 1929), Legg (1929), Boero & D'Angelo (1947).

O carrapato dos bovinos é um ectoparasita hematófago, cujo prejuízo em relação à produção animal geralmente é causado pelas teleóginas. A fêmea ingere de 0,5 a 3,0 ml de sangue em toda a sua vida; já o macho não se alimenta, mas outras formas imaturas o fazem, na sua maioria, de líquidos linfáticos. Com isso, o animal perde peso, produz menos leite, e o enfraquecimento é generalizado, predispondo-o a doenças (Gonzales, 1975; Furlong, 1993).

O ciclo de vida do carrapato *B. microplus* divide-se em fase de vida livre e fase de vida parasitária. A fase de vida livre inicia-se após a queda da teleógina ingurgitada com o período de pré-postura, que tem, em média, duração de dois a três dias; esse período pode estender-se a mais de 90 dias, passando, posteriormente, à fase de ovipostura, que dura em torno de 17 a mais de 90 dias; em seguida vem a fase de eclosão, para a qual são necessários de cinco a dez dias, podendo, no entanto, durar até mais de 100. Após a eclosão das neolarvas, é necessário um período de 4 a 20 dias para que se tornem larvas infestantes. Portanto, o tempo de vida livre do carrapato dos bovinos gira em torno de 28 a 51 dias, podendo estender-se a mais de 300 dias. Além disso as larvas podem ficar mais de seis meses sem se alimentar. Em condições ótimas de temperatura e umidade, a queda/postura/eclosão tem duração de um mês (Gonzales, 1974). A fase de vida livre sofre interferências climáticas, trazendo alterações nos seus períodos, que são especialmente afetados pela umidade e temperatura. A fase de vida parasitária é praticamente constante em todas as regiões e inicia-se quando a larva infestante instala-se no hospedeiro, passando a ser larva parasitária e transformando-se em metalarva, sendo, para isso,

necessários cinco dias, em média, podendo variar entre três a oito dias (Gonzales, 1975). São necessárias várias transformações para que o parasito chegue ao estágio adulto, sendo apresentados, a seguir, os seus respectivos períodos de duração: de metalarva a ninfa (5 a 10 dias, em média 8); de ninfa a metaninfa (9 a 23 dias, 13 em média). Nessa fase, já há diferenciação entre os sexos, e a transformação de metaninfa para neandro necessita de 18 a 28 dias, com 14 dias em média, passando a gonandro em 2 dias e permanecendo no animal por mais de 38 dias. A transformação de metaninfa para neógina é feita em torno de 14 a 23 dias, sendo de 17 dias o prazo médio, passando à partenógena em três dias e à teleógina em dois dias. O início da queda das teleóginas dá-se no 19º dia da infestação, ocorrendo, em média, entre o 22º e o 23º dia (Gonzales, 1974).

## 2.2 - CONTROLE ESTRATÉGICO DE *Boophilus microplus*

O carrapato dos bovinos, *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887), está amplamente distribuído no território nacional, sendo reportado em pelo menos 95,6% dos municípios brasileiros (Horn, 1983). Dada sua especificidade parasitária para com os bovinos, a manutenção e o estabelecimento de populações de *B. microplus* tornam-se dependentes, principalmente, da distribuição bovina no Brasil, uma vez que somente algumas poucas áreas não permitem o estabelecimento dessa espécie de carrapato, devido a características climáticas impróprias. Associado a sua ampla distribuição geográfica, o *B. microplus* torna-se ainda mais importante pelos inúmeros prejuízos causados à pecuária nacional, sejam diretos ou indiretos. Dentre os prejuízos diretos, a diminuição na produção de leite e carne é, sem dúvida, um dos principais. Segundo uma estimativa realizada no ano de 1983, o carrapato *B. microplus* causava prejuízos anuais no Brasil da ordem de um bilhão de dólares (Horn, 1983). O crescimento contínuo da população bovina e de sua produtividade vem sendo acompanhado de grandes mudanças nos tipos de criação dos bovinos. A densidade animal média de bovinos, que na década de 40 era menor que 0,4 cabeça/ha/ano, passou para 0,8 cabeça/ha/ano no final da década de 80 (Leite, 1988). As pastagens vêm sendo melhoradas no sentido de produzir maior massa verde e suportar maiores densidades animais, e as raças bovinas

vêm sendo continuamente selecionadas, exclusivamente para uma maior produtividade, omitindo-se a questão da resistência aos parasitas. Todos esses fatores, aliados ao uso inadequado de drogas carrapaticidas (Rocha, 1996), têm favorecido os carrapatos, que causam prejuízos cada vez maiores à pecuária nacional.

Horn (1983) comenta que, em levantamento nacional, realizado em 1983/84, o Ministério da Agricultura estimou em 1 Bilhão de dólares anuais os prejuízos causados pelo *B. microplus*, no país, sendo 40% desse total relativo à diminuição da produção de leite.

Devido ao aumento da demanda mundial por proteína de origem animal, a bovinocultura passou a usufruir de tecnologias que visam produzir cada vez mais e em menor tempo e espaço. Essas técnicas têm proporcionado grande desequilíbrio na interação parasito-hospedeiro, levando a prejuízos irreparáveis causados por parasitas como os carrapatos. Em contrapartida houve grandes avanços nas últimas cinco décadas, com a descoberta de diferentes compostos com elevada atividade carrapaticida.

Sobre esses aspectos discorrem os seguintes pesquisadores:

Farias (1995) comenta que a tristeza parasitária acompanha mundialmente a distribuição do carrapato dos bovinos, existindo, dessa forma, áreas onde o carrapato não ocorre, devido às condições ambientais que não permitem o fechamento de seu ciclo biológico (áreas livres). As áreas próximas aos paralelos 32° N e 32° S apresentam uma estação fria bem definida, que impedem o desenvolvimento da fase livre do carrapato. Os bovinos então passam um período do ano sem contato com o mesmo e os agentes por ele inoculados, havendo uma oscilação no seu nível de anticorpos (áreas de instabilidade enzoótica). Já nas áreas onde o carrapato perdura por todo o ano, o rebanho recebe um inóculo constante, adquirindo altos títulos de anticorpos que o protegem

Farias (1995) sugere ainda que, diante uma superpopulação de carrapatos, o inóculo recebido pelos bovinos pode ser muito superior àquele contra o qual seus anticorpos poderiam protegê-los. Além disso, esse parasitismo intenso debilita-os, tornando-os mais suscetíveis. Em baixas infestações por carrapatos, devido a

condições climáticas desfavoráveis e ao uso excessivo de carrapaticidas, ocorre uma intensa redução da população de carrapatos, estabelecendo-se então um período sem contato com o agente o que provoca a queda do nível de anticorpos, tornando os bovinos altamente suscetíveis.

(Powel & Reid, 1982) mencionam que “a população de carrapatos num rebanho, em determinado momento, está distribuída da seguinte maneira: aproximadamente 95% na pastagem, na fase de vida livre (nas formas de teleóginas em postura, ovos em incubação e larvas esperando o hospedeiro), e 5% parasitando bovinos (nas formas de larvas, ninfas e adultos). Durante todos estes anos, então, tem-se tentado controlar a população de carrapatos atuando sobre 5% da população, unicamente com carrapaticidas, por, via de regra, mal aplicada” (Furlong, 1993).

A esse respeito, Furlong, (1993), tece as seguintes considerações: “a temperatura e a umidade regem as fases de vida livre, aumentando ou diminuindo a capacidade de desenvolvimento e sobrevivência de ovos e larvas. As regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil caracterizam-se por um período seco, de temperaturas mais baixas, durante os meses de abril a setembro. Tais características prejudicam o desenvolvimento dos estádios de vida livre, fazendo com que todo o ciclo se alongue. Já o contrário ocorre durante os meses da época das chuvas – outubro a março –, quando aqueles dois fatores climáticos propiciam condições favoráveis ao rápido desenvolvimento de ovos e larvas. É importante a observação de que, durante os meses mais quentes do verão, as temperaturas altas também eliminam parte da população de larvas”.

Sobre esse aspecto Rocha (1996) comenta que, em experimentos conduzidos em pontos diversos da região Sudeste, comprovou-se o uso de acaricidas em 70 a 100% das propriedades trabalhadas. Entretanto as deficiências no manejo dos acaricidas sugeriram a aceitação da endemicidade das ectoparasitoses, possivelmente motivada por fatores econômicos e pelo desenvolvimento da biologia dos parasitos.

As constatações cronológicas de resistência dos carrapatos aos carrapaticidas, alguns anos após

seu uso contínuo (mais especificamente no caso do carrapato comum dos bovinos *Boophilus microplus*) foram realizadas por Nolan et al. (1979), Patarroyo & Costa (1980), Nolan et al. (1989), Leite et al. (1991), Leite et al. (1995).

Willadsen et al. (1995), revela que, se, por um lado, existe a resistência dos carrapatos aos produtos químicos, por outro, existe a demanda mundial crescente por alimentos sem resíduos químicos para consumo humano, o que implica na necessidade de respeitar os requerimentos de "nível máximo de resíduo" nos sistemas de produção pecuária, para atender ao comércio internacional de carnes.

Baseado em protocolos experimentais, Furlong (1993) recomenda para a Região Sudeste cinco banhos carrapaticidas estratégicos a cada 21 dias sobre os carrapatos, a partir de setembro ou outubro (Leite et al., 1991) ou cinco banhos ou tratamentos durante os meses mais quentes do ano (janeiro a março).

Corroborando esse referencial teórico, Oliveira (1993) trabalhou em propriedades localizadas nos municípios de Entre Rios de Minas e Lavras, em Minas Gerais, com aplicação de seis banhos carrapaticidas no período de outubro a março, intervalados de 28 dias. Comparando a propriedades que mantinham o esquema tradicional de banhos (10 a 15 ao ano), concluiu que o controle estratégico permite a redução do número de banhos carrapaticidas quando comparado aos esquemas de banhos tradicionais; além disso, o controle estratégico impõe uma tendência à redução ou à estabilidade da população parasitária.

Nesse sentido, Furlong (1993) ainda reforça que "...em função de ser muito difícil erradicar o carrapato em regiões de clima tropical e de que sua presença no rebanho permite a manutenção da imunidade contra os agentes do complexo 'tristeza parasitária', é importante conviver com o parasito, porém, em níveis capazes de manter essa imunidade e amenizando ao máximo as perdas econômicas causadas".

### 2.3 - MODELOS

Os modelos ecológicos têm se mostrado úteis para estimar as populações de carrapatos, uma vez que levam em consideração fatores ecológicos que influenciam tais populações,

como: temperatura, umidade relativa do ar, pluviosidade, pressão atmosférica e evapotranspiração (Haile et al., 1992)

Floyd et al. (1987) descrevem os modelos populacionais como sendo representações matemáticas de processos que determinam o número de indivíduos em uma população, sendo usualmente dirigidos por fatores climáticos e dinâmicos através do tempo.

Hitchcock (1955) comenta o fato de que a temperatura influi especialmente nos períodos de pré postura e postura, e que a umidade relativa do ar influi diretamente na eclosão dos ovos: em temperaturas de 26 a 27°C, a pré-postura e a postura se realizam rapidamente, levando 2 e 15 dias, respectivamente. Em temperaturas em torno de 15°C, esse período pode prolongar-se-a até 39 dias. A 5°C não se processa a postura, o mesmo não acontecendo com umidades relativas inferiores a 70%. O autor destaca ainda, que o período máximo de sobrevivência de larvas no meio ambiente é de 240 dias.

Snowbal (1957) observou que, em baixas temperaturas (abaixo de 17°C), as fêmeas faziam uma menor postura quando comparadas com aquelas que eram expostas nos meses mais quentes.

Sutherst et al. (1987) comentam que o desenvolvimento de modelos computacionais necessitam de vários tipos de dados, subdivididos em três tipos de atividades:

1. estimativa pela experimentação dos valores dos parâmetros descritores do processo no ciclo de vida;
2. mensuração da distribuição geográfica e da variação sazonal em tamanho das populações de carrapatos e suas divisões em zonas climáticas;
3. integração do processo de ciclo de vida dentro do modelo populacional.

Os modelos computacionais para carrapatos heteroxenos (Maywald et al., 1980) levaram ao desenvolvimento de modelos para carrapatos monoxenos (TICK 1) para *Boophilus microplus* na Austrália (Suttherst and Wharton 1973; Sutherst and Dallwitz 1979). Um contínuo refinamento de ambos os modelos ocorreu, e mais dados foram incorporados ao processamento, como infestação do hospedeiro (Sutherst et al., 1978; 1986) e sobrevivência larval (Utech et al., 1983). TICK 1 e o modelo

derivado simples MATIX têm sido usados para explorar estratégias de controle do *B. microplus* (Sutherst et al., 1979; Norton et al., 1983).

O desenvolvimento e a validação da presente versão do BACTSIM foi realizada por Mount et al. (1991) e Haile et al. (1992). A construção do modelo de simulação usada pelo BCTSIM já foi previamente usada para outros estudos de simulação em dinâmica de população de carrapatos, transmissão de hemoparasitoses e estratégias de controle (Haile e Mount, 1987; Mount e Haile, 1987, 1989; Cooksey et al., 1990; Haile et al., 1990).

O programa BABSIM foi desenvolvido por Haile et al. (1992), pela introdução, no Programa BACTSIM (Mount et al. 1991), de submodelos para simular a epidemiologia da *Babesia bovis* (*Babes*) e *Babesia bigemina* (*Smith & Kilborne*). Portanto, o programa BABSIM não somente é capaz de simular a dinâmica populacional e o controle dos carrapatos *B. annulatus* e *B. microplus* como também a epidemiologia da *B. bovis* e *B. bigemina* em rebanhos bovinos.

### 3 - HIPÓTESE

Estudos epidemiológicos de ecologia e controle do carrapato *Boophilus microplus* podem ser melhor compreendidos após simulados pelo modelo BABSIM, proporcionando uma melhoria qualitativa da análise crítica dos resultados de trabalhos futuros de controle do carrapato *Boophilus microplus* na Região Sudeste do Brasil.

### 4 - OBJETIVOS

Avaliar, comparativamente, através do BABSIM, a eficiência do controle estratégico com uso de acaricidas em relação ao manejo tradicional sobre a população do carrapato *Boophilus microplus*, visando estabelecer a cadeia epidemiológica existente entre o carrapato e seu hospedeiro (Bovinos), dadas as condições ambientais prevalentes nas propriedades estudadas por Oliveira (1993).

Avaliar os benefícios metodológicos advindos da utilização concomitante das duas ferramentas experimentais (biológica e matemática).

14

## 5 - MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 - LOCALIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES

Os dados primários foram obtidos em cinco propriedades rurais particulares de duas regiões da bacia leiteira do Estado de Minas Gerais: Fazendas Santa Fé e FAEPE, no município de Lavras, Estado de Minas Gerais (Latitude 21° 14' 30"S e Longitude 45° 00' 10"W), e fazendas Cayuaba e São Bento, no município de Entre Rios de Minas, Estado de Minas Gerais (Latitude 21° 14' 30"S e Longitude 45° 00' 10"W).

### 5.2 - CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES

As propriedades estudadas no município de Lavras caracterizavam-se por sistemas de produção intensivos e semi-intensivos de exploração leiteira e cria de bezerras com densidade de 1 unidade animal por hectare, sendo que a área disponível para pastagens era em torno de 150 hectares em cada uma delas; em ambas as fazendas predominavam pastagens formadas de espécies de *Brachiarias* e piquetes de capim elefante, e os animais que constituíam os rebanhos eram predominantemente gado puro Holandês (PC- preto e branco) (Oliveira, 1993).

As propriedades estudadas no município de Entre Rios de Minas caracterizavam-se por sistemas de produção intensivos e semi-intensivos de exploração leiteira e cria de bezerras com densidade de 0,7 a 1 unidade animal por hectare, sendo que a área disponível para pastagens, na Fazenda Cayuaba, era em torno de 150 hectares, com cerca de 150 unidades animais; na Fazenda São Bento, em torno de 200 hectares com cerca de 140 unidades animais puros Holandês (PC-preto e branco) e mestiços Girolanda. Em ambas as fazendas predominavam pastagens nativas de capim-gordura (*Melinis minutiflora*), capim jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) e de pastagens formadas de diferentes espécies de *Brachiarias* (Oliveira, 1993).

### 5.3 - CONTROLE ESTRATÉGICO

As fazendas São Bento no município de Entre Rios de Minas e Santa Fé no município de Lavras não participaram do esquema de controle estratégico, mas foram monitoradas mensalmente

para avaliação das cargas parasitárias dos animais, sem qualquer interferência nos esquemas de tratamentos carrapaticidas, normalmente adotados pelos proprietários e serviram como testemunhas. Nas Fazendas Cayuaba no município de Entre Rios de Minas e FAEPE no município de Lavras foram implantadas as normas de controle estratégico.

Os tratamentos estratégicos com carrapaticidas foram precedidos de testes de eficiência de bases carrapaticidas, com vistas à escolha do acaricida mais eficiente a ser utilizado para cada propriedade participante do controle estratégico.

Foi estabelecida previamente a aplicação de 6 (seis) tratamentos carrapaticidas nos animais, dentro do período que compreende os meses de outubro a março de cada ano do experimento, a intervalos máximos de 28 dias, correspondendo à soma do dia modal de vida parasitária do carrapato, que é de 22 dias, segundo estudo de Magalhães (1989). Durante os meses do experimento, quando necessário, foram utilizados banhos carrapaticidas adicionais no rebanho, na eventualidade de aumentos de cargas parasitárias ou de introdução de animais estranhos na propriedade (Oliveira, 1993).

#### 5.4 - CONTAGENS DE CARRAPATOS

Segundo Oliveira (1993) foram realizadas nestas propriedades contagens de fêmeas ingurgitadas de *B. microplus*, de 14 em 14 dias, entre oito e dez horas da manhã, utilizando-se o antímero direito de 05 bezerras, 05 vacas e 05 novilhas, com tamanho de teleóginas entre em 4,5 e 8,0 mm, segundo metodologia recomendada por Wharton & Utech (1970).

#### 5.5 - DADOS CLIMÁTICOS

Os dados meteorológicos relacionados à temperatura em °C, à umidade relativa do ar em % e à precipitação pluviométrica em mm foram obtidos diretamente de dados fornecidos pelo Departamento Nacional de Meteorologia, através de seu 5º Distrito de Meteorologia, em Belo Horizonte dados dos municípios de São João del Rey e Lavras, no período de Janeiro de 1988 a dezembro de 1991.

#### 5.6 - PROGRAMA PARA SIMULAÇÃO

O modelo *Boophilus cattle tick simulation model* (BCTSIM) é um modelo determinístico que utiliza tabelas dinâmicas do ciclo de vida que são dirigidas por variações climáticas através do tempo. O ciclo de vida dos carrapatos é separado discretamente por idade em cada estágio. Os componentes do BACTSIM são (1) taxa de desenvolvimento de ovos e fêmeas ingurgitadas dependente da temperatura; (2) taxa de fecundidade para fêmeas ingurgitadas dependente da temperatura e o tipo de gado; (3) taxa de sobrevivência dependente da densidade de carrapatos nos hospedeiros variando pelo tipo de gado; (4) taxa de sobrevivência para estágios de vida livre de carrapatos regulada pelo tipo de habitat, temperatura, déficit de saturação e precipitação; (5) taxa de infestação de larvas dependente da densidade do hospedeiro, temperatura e densidade de larvas fora do hospedeiro Mount et al. (1991). Os parâmetros epidemiológicos e suas relações incluem a redução de fecundidade de carrapatos infectados, a taxa de transmissão transovariana, o efeito do tipo de gado, a taxa de inoculação e infectividade do gado, taxa de inoculação e espécies de parasita (Haile et al. 1992).

O BACTSIM (Heile et al. 1992) foi programado em Microsoft BASIC versão 7.1 (Professional Development System) para utilização em IBM PC- AT ou em um microcomputador compatível. Um monitor colorido (EGA ou VGA) é desejável porque o programa faz uso de gráficos e telas coloridos.

O BACTSIM (Mount et al. 1991) foi confeccionado para realizar operações interativas e apresenta várias opções de menu para entrada de arquivos específicos e níveis de variáveis. O programa também foi desenhado para selecionar várias formas de visualização e gravação de resultados de simulação. Os dados requeridos pelo programa para cada simulação incluem: localização geográfica, dados biológicos de uma determinada espécie de carrapatos, arquivos climáticos, densidade de bovinos, tipo de hospedeiro raças zebuínas, taurinas ou zebuínas x taurinas e através do BABSIM (Heile et al. 1992), pode-se fazer a inclusão no modelo de espécies de *Babesia* (*Babesia bovis* ou *Babesia bigemina*), incluindo também submodelos para a simulação da taxa de infecção por *Babesia* em teleóginas ingurgitadas ou nos bovinos. O

programa foi delineado para apresentar um ano de simulação. Essas simulações podem ser continuadas por muitos anos com a opção de escolha dos parâmetros selecionado entre os anos.

Os arquivos com dados climáticos são elaborados usando uma versão do programa WEATHER desenvolvido pelo USDA-ARS, Gainesville, Florida-USA. Cada arquivo climático contém valores de médias semanais para a temperatura ambiente em °C, déficit de saturação em *mb* e precipitação em *mm*. Os arquivos climáticos de uma determinada localidade contêm dados atualizados semanalmente para anos específicos ou dados históricos de normais climáticas, baseadas em um determinado número de anos. Para os mesmos arquivos climáticos, processos de interpolação foram usados para gerar dados climáticos semanais a partir de dados climáticos mensais.

Os arquivos de dados biológicos do BCTSIM (Mount et al., 1991) e BABSIM (Haile et al., 1992) contêm 52 parâmetros e coeficientes que definem o ciclo de vida dos carrapatos e as relações entre as variáveis biológicas e ambientais. Uma base de arquivos de dados biológicos foi criada para cada espécie de carrapato estudada no modelo: uma para o *Boophilus microplus* e outra para o *Boophilus annulatus* (Say). Esses arquivos são acessíveis no menu principal do programa. Um menu adicional permite a escolha de *Babesia bovis* ou *Babesia bigemina* como uma espécie de parasita para simulação. O modelo tem capacidade para simular uma espécie de carrapato e uma espécie de hemoparasita de cada vez. A escolha da população inicial inclui a introdução de ovos em uma semana selecionada no menu principal do programa. Após a inicialização, as simulações podem continuar por muitos anos como delineado, com a população inicial para cada ano sucessivo, sendo uma continuação da população do ano anterior. A população final para cada ano de simulação pode ser salva como um arquivo de dados de saída para uso como um arquivo de inicialização para futuras simulações.

A saída inicial do BCTSIM (Mount et al., 1991) e do BABSIM (Haile et al., 1992) é a plotagem de um gráfico apresentado no monitor, denotando a população média de carrapatos número de cada estágio de vida do carrapato no

hospedeiro por hectare, larvas não infestantes por hectare e fêmeas com tamanho entre 5,0 a 8,0mm/hospedeiro/dia. Os resultados do resumo dos indicadores epidemiológicos incluem: o número de carrapatos infectados por dia fora do hospedeiro e no hospedeiro por hectare; percentagem de carrapatos infectados; número de animais susceptíveis infectados e recuperados por 1000 hectares; percentagens de novilhas infectadas de 9 meses de idade; taxa de inoculação média diária de novilhas e vacas; nível de infecção nos animais sob estudo durante cada ano de simulação. Outros menus ativos do programa permitem a plotagem de gráficos denotando o comportamento anual das variáveis climáticas estabelecidas.

O BCTSIM (Mount et al., 1991) e BABSIM (Haile et al., 1992) são preliminarmente programados para simular o controle de carrapatos através de:

- 1) aplicação de acaricidas no gado;
- 2) perda de atividade residual e nível de efetividade, para cada semana após tratamento;
- 3) número de tratamentos durante o ano de simulação;
- 4) semana na qual foi realizado o tratamento acaricida inicial;
- 5) intervalo de tratamentos em semanas.

## 5.7 - AJUSTES DO MODELO

Os ajustes dos coeficientes das equações quadráticas do programa BABSIM, realizados com relação às temperaturas mínimas para oviposição, desenvolvimento dos ovos e limite térmico inferior, foram realizados por Fonseca (1997).

Segundo o mesmo autor, os ajustes realizados nos parâmetros descritos visaram a uma maior aproximação com os valores dos parâmetros bioecológicos e macroclimáticos relacionados com a região por ele estudada, além de guardarem semelhança com os valores de parâmetros da região onde realizou-se a simulação do presente estudo.

Os ajustes realizados por Fonseca (1997) e utilizados neste estudo ocorreram com relação ao limite térmico inferior, temperatura mínima para oviposição e desenvolvimento dos ovos ajustados para 13,3°C de temperatura.

A representação do encontro do hospedeiro pelas larvas foi ajustada por Fonseca (1997), usando-se a equação quadrática de Mount et al. (1991),  $IEH = at^2 + bt + c$ , em que o índice de encontro do hospedeiro (IEH) é uma variável dependente da temperatura (t). A sobrevivência dos estádios de vida livre foi representada por novos parâmetros,

definidos pelas equações quadráticas descritas por Mount et. al. (1991)  $IS = at^2 + bt + c$  e  $IS = aip^2 + bip + c$ , nos quais os índices de sobrevivência (IS) dos estágios de vida livre são respectivamente dependentes da temperatura (t) e do índice de precipitação (ip).

Os ajustes realizados por Fonseca (1997) são reproduzidos nas tabelas a seguir:

TABELA 1 - Parâmetros biológicos determinantes do índice do hospedeiro (IEH) pelas larvas infestantes de *Boophilus microplus*, dependentes da temperatura (t), originais BABSIM e ajustados.

Parâmetros	Originais	Ajustados
a	-0,008	-0,00781
b	0,4	0,3125
c	-4	-2

$$IEH = at^2 + bt + c$$

Fonte: Fonseca (1997).

TABELA 2 - Parâmetros biológicos determinantes do índice de sobrevivência (IS) da fase de vida livre de *Boophilus microplus*, dependentes da temperatura (t), originais BABSIM e ajustados.

Classe	Parâmetros ajustados			Parâmetros originais		
	A	b	c	a	b	c
Jovem	-0,0009722	-0,03111111	-0,75111111	-0,0008831	0,0180779	0,92
Velha	-0,0011458	-0,0362500	0,71333333	-0,0010130	0,0213247	0,90

$$IS = at^2 + bt + c$$

Classe jovem = estádios de ovos e larvas com uma a quatro semanas de idade e fêmeas ingurgitadas com uma a seis semanas de idade;

Classe velha = estádios de ovos e larvas com mais de quatro semanas de idade e fêmeas ingurgitadas com mais de seis semanas de idade.

Fonte: Fonseca (1997).



TABELA 3 - Parâmetros biológicos determinantes do índice de sobrevivência (IS) da fase de vida livre de *Boophilus microplus*, dependentes do índice de precipitação (ip), originais BABSIM e ajustados.

Classe	Parâmetros ajustados			Parâmetros originais		
	A	B	c	a	b	c
Jovem	-0,0006056	0,0159513	0,8947971	-0,0003094	0,0097215	0,9693059
Velha	-0,0007427	0,0194957	0,7133333	-0,0003939	0,0091828	0,9590856

$$IS = aip^2 + bip + c$$

Classe jovem = estádios de ovos e larvas com uma a quatro semanas de idade e fêmeas ingurgitadas com uma a seis semanas de idade;

Classe velha = estádios de ovos e larvas com mais de quatro semanas de idade e fêmeas ingurgitadas com mais de seis semanas de idade.

Fonte: Fonseca (1997).

### 5.8 - ARQUIVOS CLIMÁTICOS

Os arquivos com dados climáticos foram elaborados usando uma versão do programa WEATHER desenvolvido pelo USDA-ARS, Gainesville, Florida-USA.

As variáveis climáticas utilizadas na elaboração dos arquivos climáticos foram temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) e índice pluviométrico (mm). A partir desses dados foram elaborados arquivos climáticos para cada ano do experimento (1989-1991) para os municípios de São João del Rey, MG (21° 08' S, 44° 16' W e altitude de 991 m) e Lavras, MG (21° 14' 30"S, 45° 00' 10"W e altitude de 918,84 m) dados fornecidos pelo 5° Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia<sup>1</sup>.

As simulações da dinâmica populacional do *B. microplus* foram realizadas utilizando uma versão do programa de computação para simulação da transmissão de *Babesia bovis* e *Babesia Bigemina* por *Boophilus spp.* - BABSIM, desenvolvida por Heile et al. (1992).

As simulações utilizadas nas propriedades sob estudo foram ajustadas por Fonseca (1997) para o programa BABSIM (Haile et al., 1997) e as densidades animais utilizadas nas propriedades do município de Lavras (MG) foram de 1

unidade animal por hectare; já nas propriedades localizadas no município de Entre Rios de Minas (MG), foram de 1 unidade animal por hectare para a fazenda Cayuaba e 0,7 unidade animal por hectare para a fazenda São Bento. O índice de grau de sangue *Bos Taurus* x *Bos Indicus* foi mantido para ambos os locais. O índice indicador de tipo de pastagem cultivada densa igual a 1,0 foi utilizado para as propriedades localizadas no município de Lavras, e o índice igual a 0,5, para as propriedades localizadas no município de Entre Rios de Minas (MG). O desenvolvimento de *Babesia spp* não foi utilizado nas simulações.

Em função de o presente trabalho ter sido realizado a partir de dados primários de populações de carrapato, iniciaram-se as simulações com coorte de 1.500.000 ovos para as propriedades de densidade animal de 1 animal/hectare e 1.400.000 ovos para propriedades de 0,7 animais/ hectare na semana 42 do primeiro ano de observações de populações naturais de carrapatos pré-existentes.

As simulações foram consideradas estabilizadas, quando mantidas constantes as condições de simulação, não ocorrendo mais variação do número de carrapatos entre uma simulação e a subsequente. As simulações para cada um dos anos de estudo foram realizadas: para o primeiro ano com o resultado da simulação estabilizada e para o subsequente, com a do ano anterior, sendo as variáveis climáticas correspondentes a cada ano simulado.

<sup>1</sup> Departamento Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas (1961-1990), Brasília: EMBRAPA, 1992, 85 p.

As medidas de controle com acaricidas, seja nas propriedades ditas "controle", seja nas propriedades submetidas ao controle estratégico, foram realizadas com a introdução de dados relativos aos controles realizados. A periodicidade de banhos carrapaticidas utilizados no estudo foi alocada a cada propriedade, de acordo com suas ocorrências, utilizando o módulo *Employ Control* do programa BABSIM (Haile et al., 1992). Esse módulo permite a entrada de dados relativos ao controle estratégico. Para esse estudo foi utilizada a opção *CS-Calle treatment-specified weeks*, que permite a inclusão de dados de tratamentos acaricidas em intervalos semanais diferentes.

Os seguintes dados foram alocados à base de dados do programa de tal modo que, para as fazendas submetidas ao controle estratégico, a eficiência dos banhos era de 95% na primeira semana, 100% na segunda semana, 100% na terceira semana e 60% na quarta semana; e para as propriedades-controle a eficiência considerada foi de 90% na primeira semana, 80% na segunda, 60% na terceira semana e 50% na quarta semana. Com relação à semana do mês em que ocorreram os tratamentos acaricidas, estes foram lançados de acordo com os períodos de tratamentos acaricidas e de acordo com os dados das tabelas abaixo, baseados no experimento realizado por Oliveira (1993).

TABELA 4 - Tratamentos com acaricidas realizados na Fazenda Santa Fé, em Lavras (MG), no período de 1988 a 1991:

Aplicação de acaricidas (X) Ano de experimento	Meses											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1988											X	X
1989	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X
1990	X	X	X		X	X	X			X	X	X
1991	X	X	X	X		X		X	X	X	-	-

Fonte: Oliveira (1993).

TABELA 5 - Tratamentos com acaricidas realizados na Fazenda FAEPE, em Lavras (MG), no período de 1988 a 1991:

Aplicação de acaricidas (X) Ano de experimento	Meses											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1988											X	
1989	X	X			X	X				X	X	X
1990	X	X			X	X				X	X	X
1991	X	X	X	X		X		X	X	X	-	-

Fonte: Oliveira (1993).

TABELA 6 - Tratamentos com acaricidas realizados na Fazenda São Bento, em Entre Rios de Minas (MG), no período de 1988 a 1991:

Aplicação de acaricidas (X) Ano de experimento	Meses																
	J	J	F	F	M	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	D	D
1988														X	X	X	X
1989	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		
1990	X		X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		
1991	X		X		X		X		X		X	X	X	-	-		

Fonte: Oliveira (1993).

TABELA 7 Tratamentos com acaricidas realizados na Fazenda Cayuaba, em Entre Rios de Minas (MG), no período de 1988 a 1991:

Aplicação de acaricidas (X) Ano de experimento	Meses											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1988											X	X
1989	X	X	X		X					X	X	X
1990	X	X	X							X	X	X
1991	X	X	X							X	-	-

Fonte: Oliveira (1993).

## 5.9 - ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises estatísticas foram precedidas de testes de normalidade para as distribuições de médias de carrapatos observadas e simuladas, seguidas de transformação dos dados pela raiz quadrada mais um ( $\sqrt{x+1}$ ), visando estabilizar a variância e torná-la independente da média, além de tornar as distribuições aproximadamente uniformes (Daniel, 1999; Montgomery, 2001).

Os dados relativos às contagens de carrapatos nas propriedades utilizadas neste estudo foram comparados pelo teste estatístico t de *Student* para comparação de médias entre duas amostras diferentes, visando comparar dentro de um mesmo município as propriedades ditas "controle" e aquelas nas quais foi realizado o controle estratégico, com vistas a verificar possíveis diferenças estatísticas entre as médias encontradas para análise da eficiência do controle estratégico em relação à ausência do mesmo (Montgomery, 2001).

Os dados obtidos das simulações de dinâmica populacional realizadas pelo programa BABSIM (Heile et al., 1992) foram antecedidos dos mesmos procedimentos utilizados para as análises estatísticas, mencionados no início deste sub-item; em seguida, estas distribuições foram comparadas com as distribuições populacionais de carrapatos observadas no experimento. Vale salientar, no entanto, que, quando não se obtiveram médias amostrais uniformemente distribuídas, foi utilizado o teste estatístico não paramétrico, de *Kuskal Wallis*, uma generalização do teste *Wilcoxon-Mann Whitney*, para comparação de duas ou mais populações (Montgomery, 2001; Arango, 2001).

20

## 6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos números de teleóginas ingurgitadas, encontradas e contadas ao longo do experimento por Oliveira (1993), evidenciam uma estabilidade do número médio de carrapatos, principalmente nos grupos submetidos ao controle estratégico, estabilidade esta que se mantém com contagens médias de carrapatos inferiores àquelas observadas nas fazendas "controle".

As fazendas "controle" apresentaram níveis de infestação e contagens de carrapatos mais elevadas nos animais durante o experimento realizado por Oliveira (1993), a despeito do elevado número de banhos carrapaticidas aplicados. O controle de carrapatos feito nestas propriedades caracteriza-se pela rotação periódica de produtos carrapaticidas e uma utilização de formulações químicas de origem duvidosa, sendo que o critério para utilização de banhos é a infestação dos animais por carrapatos adultos (teleóginas).

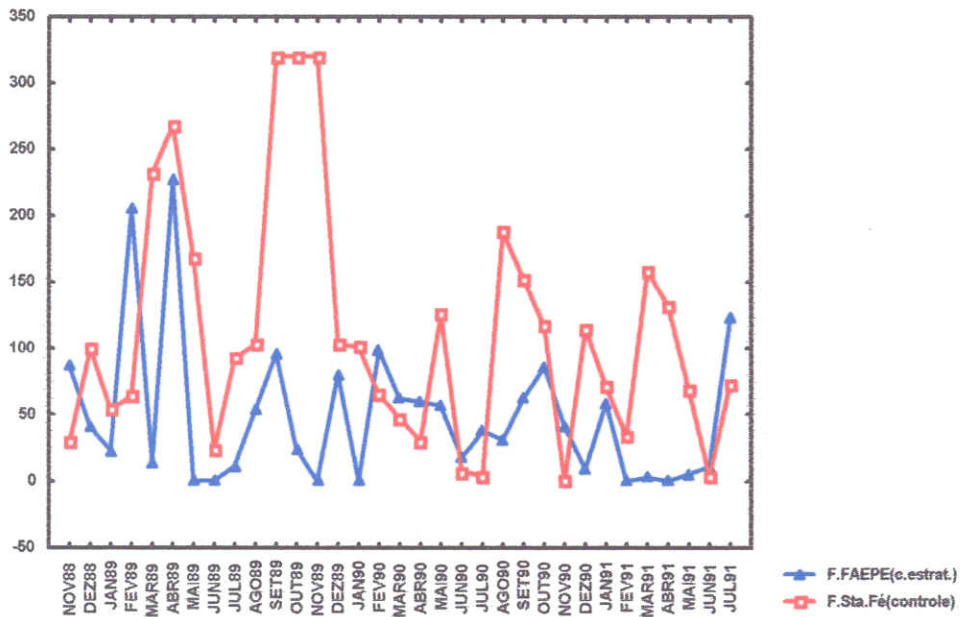


GRÁFICO 1 - Curvas observadas da população de *Boophilus microplus* (fêmeas > 4,5 mm), nas fazendas FAEPE (controle estratégico) e Santa Fé (controle), no município de Lavras, MG (1988-1991).

Os dados primários obtidos por Oliveira (1993) referentes à dinâmica populacional observada nas propriedades sob estudo no município de Lavras nos permitem verificar que a Fazenda FAEPE, submetida ao controle estratégico, apresentou médias populacionais de carrapatos, ao longo do experimento, dinamicamente mais estáveis e menores do que aquelas observadas na Fazenda Santa Fé, fazenda "controle". Isso ficou evidenciado (GRÁFICO 1) através das distribuições de médias populacionais e através de análise estatística pelo teste t de Student para comparação de médias amostrais, que demonstraram, após transformação normalizante ( $\sqrt{X+1}$ ), que as médias populacionais obtidas eram significativamente diferentes para um nível

de significância de ( $p < 0,05$ ). Além desse fato, baseado nas TABELAS 4 e 5, observamos um menor número de tratamentos acaricidas anuais (7 tratamentos acaricidas) para a Fazenda FAEPE e (10 tratamentos acaricidas) para a Fazenda Santa Fé, demonstrando uma maior eficácia dos tratamentos táticos no controle desses ectoparasitos, bem como economia no uso de bases carrapaticidas e diminuição da probabilidade de seleção de amostras de carrapatos resistentes às bases acaricidas utilizadas corroborando os estudos realizados por Leite (1988) e Oliveira (1993).

TABELA - 8: Teste-t de *Student* para duas amostras: Fazenda Santa Fé (Controle) x Fazenda FAEPE (Controle Estratégico)

FAZ. SANTA FÉ	Nº de dados 33	Média 9,64	Desvio Padrão 4,54
FAZ. FAEPE	33	6,02	3,82

A partir dos dados acima, foram obtidos os seguintes resultados estatísticos:

Diferença =  $\mu$  FAZSFÉC -  $\mu$  FAEPE Diferença estimada: 3,62

Teste-t de *Student* para diferença entre amostras  $H_0 d = 0$  vs  $H_1 d > 0$

$t$ -value = 3,51  $p$ -value = 0,000  $gl$  = 62

Para  $p < 0,05$  Teste t de *Student* para diferença entre amostras indica que devemos rejeitar  $H_0 d = 0$  ( $d > 0$ )

Obs.: a variável foi transformada para  $(\sqrt{x+1})$  a fim de tornar-se uniformemente distribuída.

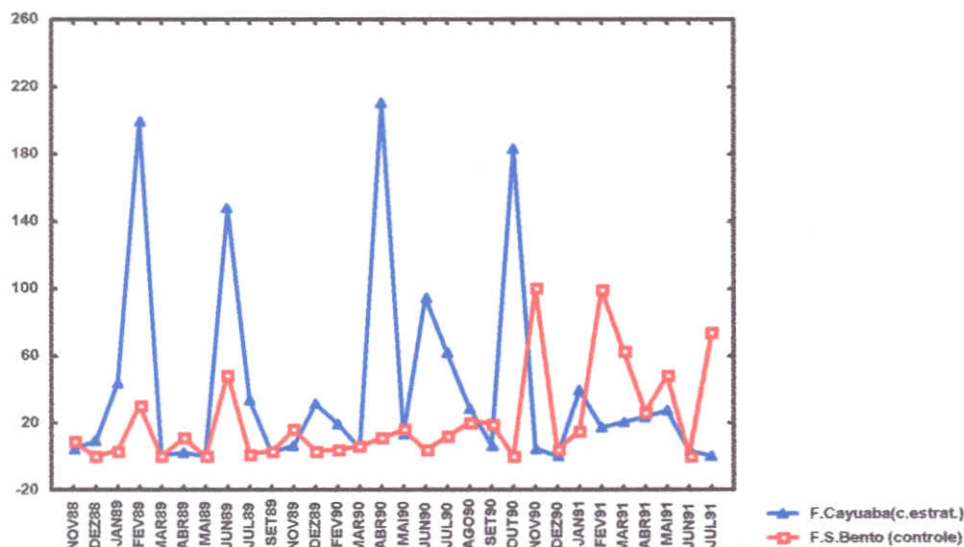


GRÁFICO 2 - Curvas observadas da população de *Boophilus microplus* (fêmeas > 4,5 mm) nas Fazendas Cayuaba (controle estratégico) e São Bento (controle), no município de Entre Rios de Minas, MG (1988-1991).

Os dados primários obtidos por Oliveira (1993) referentes à dinâmica populacional observada nas propriedades sob estudo no município de Entre Rios de Minas nos permitem verificar que a Fazenda Cayuaba, submetida ao controle estratégico, apresentou médias populacionais de carrapatos ao longo do experimento dinamicamente mais estáveis e menores do que os dados observados na fazenda Santa Fé, fazenda "controle". Isso ficou evidenciado (GRÁFICO 2), a partir das distribuições de médias populacionais, e através de análise estatística pelo teste t de *Student* para

comparação de médias amostrais, que demonstraram, após transformação normalizante  $(\sqrt{x+1})$ , que as médias populacionais obtidas eram significativamente semelhantes para um nível de significância de  $p < 0,05$ . Apesar deste fato, baseados nas TABELAS 6 e 7, observamos um menor número de tratamentos acaricidas anuais (6 tratamentos acaricidas) para a fazenda Cayuaba e 14 tratamentos acaricidas para a fazenda São Bento, demonstrando uma maior eficácia dos tratamentos estratégicos no controle destes ectoparasitos, bem como economia no uso de bases carrapaticidas e diminuição da

probabilidade de seleção de amostras de carrapatos resistentes às bases acaricidas

utilizadas corroborando os estudos realizados por Leite (1988) e Oliveira (1993).

TABELA – 9: Teste-t de *Student* para duas amostras: Fazenda São Bento (Controle) x Fazenda Cayuaba (Controle Estratégico)

Desvio Padrão	N	Média
Fazenda São Bento (Controle) 3,87	33	4,96
Fazenda Cayuaba (Controle Estratégico) 2,73	33	3,66

Os dados acima derivaram os seguintes resultados estatísticos:

Diferença =  $\mu$  Fazenda São Bento (Controle) –  $\mu$  Fazenda Cayuaba (Controle Estratégico)

Diferença estimada: 1,303

Teste-t de *Student* da diferença entre amostras

Teste de hipóteses :  $H_0 d = 0$  vs  $H_1 d > 0$   $t\text{-value} = 1,58$   $p\text{-value} = 0,060$   $gl = 57$

Para  $p < 0,05$  Teste t de *Student* para diferença entre amostras indica que devemos aceitar  $H_0 d = 0$ .

Obs.: a variável foi transformada para  $(\sqrt{x+1})$  para tornar-se uniformemente distribuída.

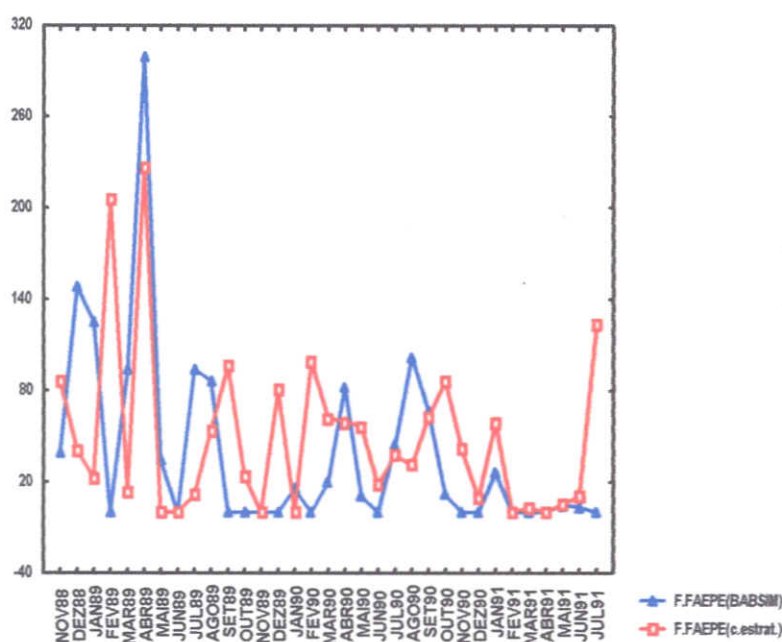


GRÁFICO 3 - Curvas observadas da população de *Boophilus microplus* (fêmeas > 4,5 mm), nas fazendas FAEPE (dados observados) e FAEPE (simulado pelo BABSIM), no município de Lavras, MG (1988-1991).

TABELA – 10: Teste de Kruskal-Wallis : (Teste não paramétrico)  
Fazenda FAEPE (Controle estratégico) x Fazenda FAEPE (Simulação BABSIM)

H = 15,90      GL = 20      P = 0,723

Para  $p < 0,005$  aceitamos que as diferenças encontradas não são significativamente diferentes de  $d=0$

TABELA – 11: Teste-t de *Student* pareado para médias amostrais:  
Fazenda FAEPE (Controle estratégico) x Fazenda FAEPE (Simulação BABSIM)

	N	Média	Desvio Padrão
Fazenda FAEPE (Controle estratégico)	33	6,016	3,819
Fazenda FAEPE (Simulação BABSIM)	33	4,716	4,359
Diferença	33	1,300	5,010

Os seguintes dados estatísticos foram obtidos, a partir dos dados acima:

95% IC para diferença de médias: -0,178

teste t de *Student* para diferença de médias

Teste de Hipóteses  $H_0 d=0$  vs  $H_1 d > 0$ :

t-value = 1,49

P-Value = 0,073

Para  $p < 0,05$  Teste-t de *Student* pareado p/diferença de médias não permite que rejeitemos  $H_0 (d=0)$

Obs.: a variável foi transformada para  $\sqrt{x+1}$  a fim de tornar-se uniformemente distribuída.

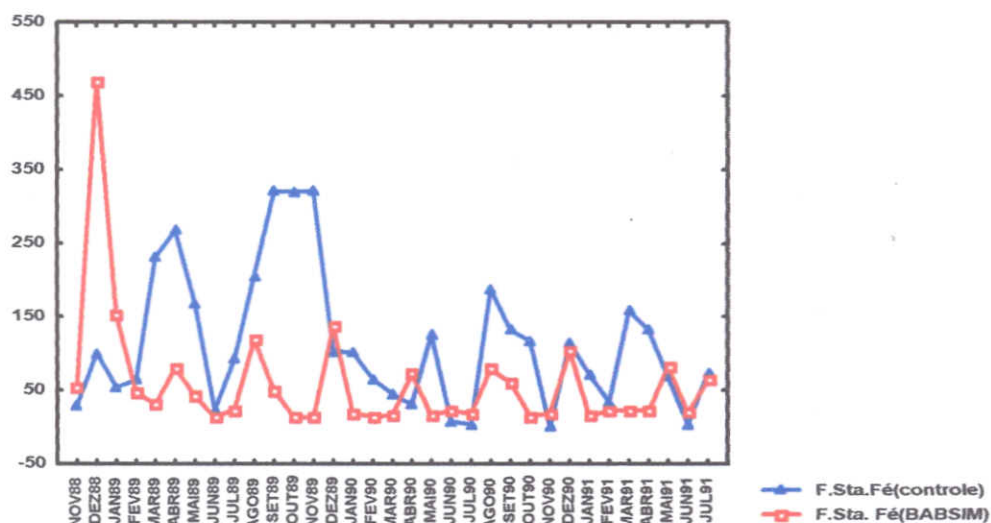


GRÁFICO 4 - Curvas observadas da população de *Boophilus microplus* (fêmeas > 4,5 mm), nas fazendas Santa Fé (dados observados) e Santa Fé (simulação pelo BABSIM), no município de Lavras, MG (1988-1991).

TABELA – 12: Teste de Kruskal-Wallis : (Teste não paramétrico)  
Fazenda Santa Fé (Experimento) x Fazenda Santa Fé (Simulação BABSIM)

H = 29,85      GL = 30      P = 0,473

Para  $p < 0,005$  aceitamos que as diferenças encontradas são significativamente diferentes de  $d=0$

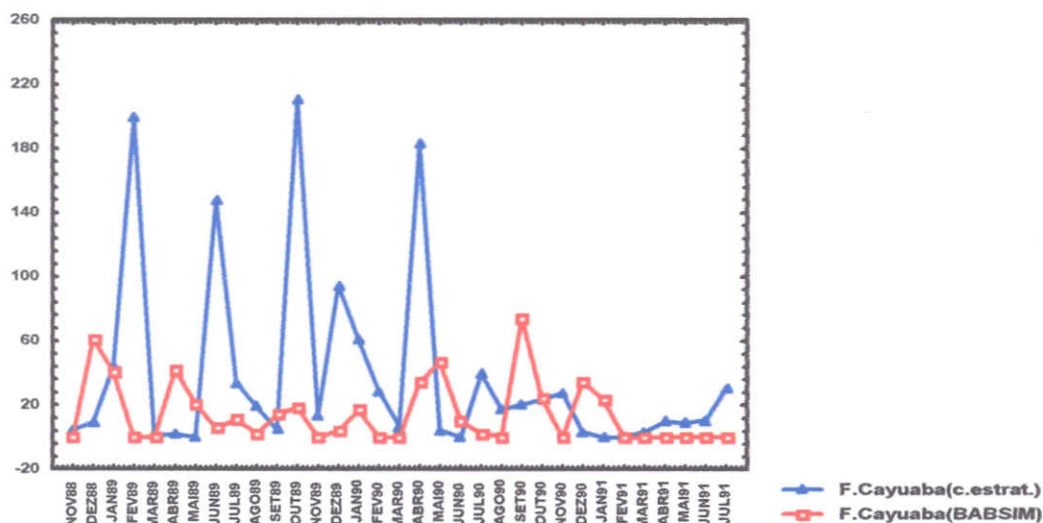


GRÁFICO 5 - Curvas observadas da população de *Boophilus microplus* (fêmeas > 4,5 mm), nas Fazendas Cayuaba (dados observados) e Cayuaba (simulação pelo BABSIM), no município de Entre Rios de Minas, MG (1988-1991).

TABELA – 13: Teste de Kruskal-Wallis : (Teste não paramétrico)  
Fazenda Cayuaba (Experimento) x Fazenda Cayuaba (Simulação BABSIM)

H = 29,85      GL = 30      P = 0,473

Para  $p < 0,005$  aceitamos que as diferenças encontradas não são significativamente diferentes de  $d=0$

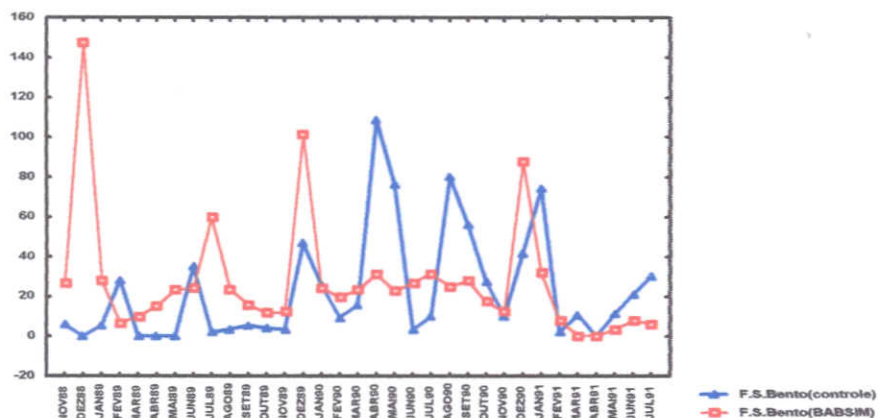


GRÁFICO 6 - Curvas observadas da população de *Boophilus microplus* (fêmeas > 4,5 mm), nas Fazendas São Bento (dados observados) e São Bento (simulação pelo BABSIM), no município de Entre Rios de Minas, MG (1988-1991).



TABELA – 14: Teste de Kruskal-Wallis : (Teste não paramétrico)  
Fazenda São Bento (Experimento) x Fazenda São Bento (Simulação BABSIM)

---

H = 30,38      GL = 30      P = 0,447

---

Para  $p < 0,05$  aceitamos que as diferenças encontradas não são significativamente diferentes de  $d=0$

Os resultados obtidos com as medidas de controle estratégico encontradas nas fazendas FAEPE e Cayuaba, obtidas por Oliveira (1993) e analisadas neste estudo, podem fundamentar a implantação de programas de controle integrado na Região Sudeste do Brasil. Esses parasitas podem ser objeto de controle químico em aplicações estratégicas integradas, com enormes vantagens na diminuição dos custos operacionais de medicamentos e toxicológicos nas propriedades (Oliveira, 1976; Moreno, 1984; Magalhães e Lima, 1987 e Magalhães, 1989).

Com relação ao número de tratamentos acaricidas empregados nas fazendas “controle”-Fazendas Santa Fé e São Bento - (TABELAS 4 e 6), respectivamente, percebe-se que os produtores não têm tido acesso a essa tecnologia e continuam combatendo de forma “tradicional” o carrapato com uso intenso e desordenado de produtos comerciais que são empregados de 12 a 24 vezes ao ano (Leite e Lima, 1982; Viana, Cruz e Laender, 1987; Leite, 1988; Rocha, 1996). Esse uso inadequado de produtos carrapaticidas, além do prejuízo econômico, favorece a seleção de carrapatos resistentes, o que ficou evidenciado neste estudo e que corrobora as pesquisas conduzidas por Leite (1988), Oliveira (1993) e Rocha (1996).

As simulações realizadas com o programa BABSIM (Haile et al, 1992), com parâmetros ajustados por Fonseca (1997) para as fazendas FAEPE, Santa Fé, Cayuaba e São Bento, em comparação aos dados observados nas mesmas propriedades, foram úteis para demonstrar o comportamento populacional para fêmeas ( $> 4,5$  mm) do *Boophilus microplus*. Os ajustes realizados nos parâmetros biológicos do programa alteraram o potencial reprodutivo, aumentando o número de carrapatos sobre os animais e representando com maior precisão a dinâmica populacional no tipo de ecossistema sob estudo, corroborando, dessa forma, os

estudos realizados por Fonseca (1997), além de constatar os comportamentos sazonais semelhantes aos encontrados por Sutherst et al., (1983), Magalhães (1989), Oliveira (1993).

Os dados primários referentes à dinâmica populacional observada e simulada pelo programa BABSIM (Haile et al, 1992), nas propriedades sob estudo, nos municípios de Lavras e Entre Rios de Minas, nos permitiram verificar que, nas fazendas Santa Fé, FAEPE, São Bento e Cayuaba, a análise estatística pelo teste de *Kruskal-Wallis* (teste não paramétrico) para comparação de duas populações demonstrou que as curvas populacionais obtidas eram significativamente semelhantes para um nível de significância de ( $p < 0,05$ ). Além desse fato, baseados nas TABELAS 4, 5, 6, 7, observamos (10, 7, 14, 7) tratamentos acaricidas respectivamente para as fazendas Santa Fé, FAEPE, São Bento e Cayuaba, sendo que tais tratamentos foram incorporados ao programa BABSIM, através do módulo *Employ Control*, demonstrando uma eficácia do programa em simular a inserção de tratamentos táticos no comportamento populacional destes carrapatos, o que corrobora os estudos realizados por Mount et al. (1991), os quais reiteram a capacidade do programa em simular adequadamente o comportamento populacional das fêmeas ( $> 4,5$  mm) do *B. microplus*.

## 7 - CONCLUSÃO

A aplicação de técnicas de controle estratégico operacional é um componente fundamental para administração técnica e econômica de propriedades produtoras de leite e carne bovinos.

A aplicação do programa BABSIM aos dados primários observados neste estudo mostrou-se efetiva para dados retrospectivos; assim sendo, é

possível prever que, quanto mais fidedignas forem as informações introduzidas no programa, melhores serão os resultados das simulações obtidas para prever comportamentos populacionais prospectivos.

Os modelos computacionais representam uma poderosa ferramenta para o estudo da dinâmica populacional de vetores e estratégias de controle integrado. As simulações em modelos computacionais promovem uma comparação da efetividade de um ilimitado número de cenários de controle que, de outro modo, seriam impossíveis de serem conduzidos em função do tempo e do custo requeridos para sua realização.

O programa necessita da incorporação de submodelos que permitam inserção de dados de resistência racial, idade e estado nutricional dos animais, além de submodelos climáticos que melhor reflitam ambientes microrregionais.

## 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANGO, Hector Gustavo. *Bioestadística teórica e computacional*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 235 p.
- BOERO & D'ANGELO, E. *Biología Del Boophilus microplus garrapata comum de los bovinos*. Publicación miscella. República Argentina, Ministério de Agricultura - Dirección General de Ganadería. Dirección de Sanidade Animal. 236. 21-30, 1974.
- COOKSEY, L.M., HAILE, D.G. and MOUNT, G.A. *Computer simulation of Rocky Mountain spotted fever transmission by the American dog tick (Acari: Ixodidae)*. Journal of Medical Entomology 27., p.671-680, 1990.
- DANIEL, Wayne W. *Biostatistics: a foundation for analysis in the health sciences*. 7<sup>th</sup> ed., New York: John Willey & Sons, Inc., 1999. 907 p.
- FARIAS, Nara Amélia da Rosa *Diagnóstico e controle da tristeza parasitária bovina*, Ed. Agropecuária, SP, 1995. 65 p.
- FLOYD, R.B, MAYWALD, G. F., SUTHERST, R.W. *Ecological Models. 2. A population Model of Rhipicephalus appendiculatus*. In: INTERNATIONAL WORK SHOP ON THE ECOLOGY OF TICKS AND EPIDEMIOLOGY OF TICK -BORNE DISEASES.1986, Nyanga, Zimbabwe. Tick and tick-borne diseases. Camberra: ACIAR, 1987. p. 72-75. (ACIAR Proceedings, 17).
- FONSECA, A. H., *Avaliação do programa BABSIM no estudo da dinâmica populacional do Boophilus microplus (CANESTRINI, 1887) (Acari: Ixodidae) em Minas Gerais, Brasil*. 1997. 58f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- FURLONG, J. *Controle do carrapato dos bovinos na região Sudeste do Brasil*. Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária UFMG, n.8, p.49-61, 1993.
- GONZALES, J. C. *O carrapato do boi: vida, resistência e controle*. São Paulo: Mestre Jou, 1974. 101 p.
- GONZALES, J. C. *O controle dos carrapatos dos bovinos*. Porto Alegre: Sulina, 1975. 104 p.
- HAILE, D.G.; MOUNT, G.A. and COOKSEY, L.M. *Computer Simulation of Babesia bovis (Babes) and Babesia bigemina (Smith and Kilborne) transmission by Boophilus cattle ticks*. Journal Medical Entomology 29. p. 246-258, 1992.
- HAILE, D.G.; MOUNT, G.A. *Computer simulation of population dynamics of the lone star tick, Amblyomma americanum (Acari: Ixodidae)*. Journal of Medical Entomology 24. p. 356-369, 1987.
- HAILE, D.G.; MOUNT, G.A.; COOKSEY, L.M. *Computer simulation of management strategies for the American dog tick, Dermacentor variabilis (Acari: Ixodidae)*. Journal of Medical Entomology 27. p. 686-696, 1990
- HITCHCOCK, L.F. *Studies of non-parasitic stages of the cattle tick, Boophilus microplus (Canestrini) (Acarina: Ixodidae)*. Australian Journal Zoology. V. 3, n. 3, p. 295-311, 1955.

- HORN, S.C. *Prováveis prejuízos causados pelos carrapatos*. 2. ed. Brasília: Ministério da Agricultura, 1983. (Boletim de Defesa Sanitária Animal).
- LABRUNA, M. B. Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária. UFMG, n. 27, p.27 a 42, Belo Horizonte, 1999.
- LAHILLE, F. *Atlas de la garrapata transmissora de la tristeza*. Bol. Min. Agric.Argentina, 22 (2): 243 Jul. – Dic. 1917.
- LAHILLE, F. *Contribution a l'etude des ixodides de la Republique Argentina*. División de Ganadeira, Zoologia y Policía Veterinária, Buenos Aires, 1904.
- LEGG, J. *Some observations on the history of cattle tick (Boophilus australis)*. Proceedings of Royal Society of Queenslaand 41 (8): p. 121-132, 1929.
- LEITE, R.C. *Boophilus microplus (Canestrini, 1887) - Susceptibilidade, uso atual e retrospectivo de carrapaticidas em propriedades das regiões fisiográficas da Baixada do Grande Rio e Rio de Janeiro: Uma abordagem epidemiológica*. 1988. 151f. Tese (Doutorado em Parasitologia)– Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- LEITE, R.C.; LIMA, J.D. *Fatores sanitários que influenciam na criação de bezerros*. Arquivo da Escola de Veterinária UFMG, Belo Horizonte, v.34, n.3, p.485-492, 1982.
- LEITE, R.C.; GRISI, J.; GLÓRIA, M.A. et al. *Resistance of Boophilus microplus to pyrethroids in Rio de Janeiro, Brazil, 1986*. In: World Veterinary Congress, 24, 1991, Rio de Janeiro. Abstracts... Rio de Janeiro: 1991, p.64.
- LEITE, R.C.; LABRUNA, M.B.; OLIVEIRA, P.R. et al. *"In vitro" susceptibility of engorged females from different populations of Boophilus microplus to commercial acaricides*. Ver. Bras. Parasitol. Vet., v.4, n.2 (supl. 1), p.283-294, 1995.
- MAGALHÃES, F.E.P. *Aspectos biológicos e ecológicos e de controle do Boophilus microplus (Canestrini, 1887) no Município de Pedro Leopoldo, MG, Brasil*. 1989. 117 f. Tese (Doutorado em Parasitologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- MAGALHÃES, F.E.P.; LIMA, J.D. *Controle estratégico do B. microplus (Canestrini, 1887) (Acarina: Ixodidae) em bovinos da região de Pedro Leopoldo, Minas Gerais*. In: SEMINÁRIO DO COLÉGIOBRASILEIRO DE PARASITOLOGIA VETERINÁRIA, 5., 1987. Anais.... Belo Horizonte, 1987. p.19.
- MONTGOMERY D.C. (1991). *Design and Analysis of Experiments*. 5 th. ed., New York: John Wiley & Sons, 2001. 684 p.
- MORENO, E.C. *Incidência de ixodídeos em bovinos de leite e prevalência em animais domésticos da Região metalúrgica de Minas Gerais*. 1984. 105 f., Dissertação (Mestrado em Parasitologia). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- MOUNT, G.A.; HAILE, D.G.. *Computer simulation of area wide management strategies for the lone star tick, Amblyomma americanum (Acari: Ixodidae)*. Journal of Medical Entomology 24. p.523-531, 1987.
- MOUNT, G.A.; HAILE, D.G.. *Computer simulation of the population dynamics of the American dog tick, Dermacentor variabilis (Acari: Ixodidae)*. Journal of Medical Entomology 26: 60-76, 1989.
- MOUNT, G.A.; HAILE, D.G.; DAVEY, R.B., et al. *Computer simulation of Boophilus cattle tick (Acari: Ixodidae) population dynamics*. J. Med. Entomol.,v.28, n.2, p.223-240, 1991.
- NOLAM, J.; ROULSTON, W.J.; SCHNITZERLING, H.J. *The potential of some synthetic pyrethroids for the control of the cattle tick Boophilus microplus*. Aust. Vet. J., v.55, p.463-466, 1979.
- NOLAM, J.; WILSON, J.T.; GREEN, P.E.; et al. *Synthetic pyrethroid resistance in field samples in the cattle tick Boophilus microplus*. Aust. Vet. J., v.66, p.179-182, 1989.

NORTON, G.A.; SUTHERST, R.W.; MAYWALD, G.F. *A framework for integrating control methods against the cattle tick **Boophilus microplus** in Australia.* J. Appl. Ecol. N.20, p.489-502, 1983.

OLIVEIRA, G.P. *Estudo do desenvolvimento de ovos e larvas de **Boophilus microplus** (Canestrini, 1887) (Acarina: Ixodidae) em condições de imersão e de ambiente.*, 1976. 70 f. Dissertação (Mestrado em Parasitologia Veterinária), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro:

OLIVEIRA, P.R., *Controle estratégico do **Boophilus microplus** (CANESTRINI, 1887) em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Lavras e Entre Rios de Minas, Minas Gerais.* 1993. 97 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

PATARROYO, J.H.; COSTA, J.O. *Susceptibility of brazilian samples of **Boophilus microplus** to organophosphorus acaricides.* Trop. Anim. Hlth. Prod., v.12, p.6-10, 1980.

POWELL, R.T. e REID, T.J. *Project tick control.* Queensland Agricultural Journal, Brisbane, v.108, n.6, p.279-300, 1982.

ROCHA, C. M. B. M. da. *Caracterização da percepção dos produtores do município de Divinópolis/MG sobre a importância do carrapato **Boophilus micropilus** e fatores determinantes das formas de combate utilizadas.* 1996. 205 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SNOWBALL, G.J. *Ecological observations on the cattle tick, **Boophilus microplus** (Canestrini).* Aust. J. Agric. Res., v.8, p.394-413, 1957.

SUTHERST, R.W.; WHARTON, R.H.; COOK, I.M., et al. *Long-term population studies on the cattle tick **Boophilus microplus** on untreated cattle selected for different levels of tick resistance.* Aust. J. Agric. Res., v.30, n.2, p.353-368, 1979.

SUTHERST, R. W. *The economic impact of **B. microplus** in the animal production.* Roma: FAO. 1983.

SUTHERST, R.W. et al. *Modelling Tick Populations. 1. Introduction.* In: INTERNATIONAL WORK SHOP ON THE ECOLOGY OF TICKS AND EPIDEMIOLOGY OF TICK-BORN DISEASES. 1986, Nyanga, Zimbabwe. Tick and tick-borne diseases. Camberra: ACIAR, 1987. p. 36-38. (ACIAR Proceedings, 17).

WILLADSEN, P., COBON, G., HUNGERFORD, J., et al. *The role of vaccination in current and future strategies for tick control.* In: Seminário Internacional de Parasitologia Animal, 1995. Acapulco, México. Proceedings..., 1995. p.88-100.

VIANA, F.C.; CRUZ, F.E.R.; LAENDER, F.C. et al. *Diagnóstico de situação de produção bovina de leite do município de Sete Lagoas, MG.* Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v.39, n.5, p.699-717, 1987.