

## **FATORES ASSOCIADOS À RESISTÊNCIA DO *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (CANESTRINI, 1887) NO SUL DE MINAS GERAIS**

*Débora Oliveira Daher*

Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Lavras (2008) e M Sc. Vínculo: Bolsista DTI-II/CNPq, Enquadramento Funcional: apoio técnico, Regime: Dedicção exclusiva. E – mail [deboradaher@yahoo.com.br](mailto:deboradaher@yahoo.com.br)

*Alessandra do Vale Bertolucci*

Departamento de Medicina Veterinária/Universidade Federal de Lavras

*Edna Lopes*

Estrada do Programa de Pós-Graduação em *Ciências Veterinárias*

Antônio Marcos Guimarães

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) em 1982 e doutorado em Parasitologia pela UFMG em 1997. Atualmente é professor associado da Universidade Federal de Lavras (UFLA)

*Christiane Maria Barcellos Magalhães da Rocha*

Doutorado em Ciência Animal pela Universidade Federal de Minas Gerais (2005) com ênfase em Epidemiologia. Professora adjunta de Epidemiologia e Saneamento no Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Lavras.

**RESUMO** - O *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* é responsável por graves prejuízos para os produtores de leite e seu controle vem sendo dificultado pela resistência desse ixodídeo aos acaricidas. Neste estudo, objetivou-se avaliar os principais fatores que influenciam a ocorrência da resistência e prevalência de carrapatos nas propriedades. Para isso, foram visitadas 105 propriedades leiteiras da região sul de Minas Gerais, escolhidas aleatoriamente nas quais foram realizadas entrevistas que forneceram informações sócio-econômicas-culturais, produtivas e de manejo de acaricidas. A amostra deste estudo corresponde a 45 propriedades onde foi possível a coleta de carrapatos para o teste de eficiência dos acaricidas. Foi avaliado o nível de infestação de carrapatos por contagem de fêmeas acima de 4 mm e coletadas fêmeas ingurgitadas para realização do teste de eficiência dos produtos. Os dados obtidos foram tabulados no Epidata e analisados no *software* PASW 18.0. Foram realizadas as análises descritivas de todas as variáveis. Para avaliar os fatores relacionados à resistência aos produtos carrapaticidas e aos níveis de infestação, as análises foram realizadas pelo teste Qui-quadrado, buscando associação entre variáveis qualitativas e Kruskal-wallis, para as variáveis quantitativas. As *odds ratio* foram calculadas com seus intervalos de confiança. O nível de significância exigido foi o de 95%. Observou-se grande variação no perfil dos produtores, assim como na caracterização da propriedade, manejo e controle de carrapatos. Os testes por propriedade mostraram diferentes eficiências dos produtos, mesmo entre aqueles que tinham a mesma base. Vários fatores associaram-se à presença da resistência dos carrapatos a diferentes produtos; porém, de uma forma geral, todos parecem indicar que propriedades com melhor nível de tecnificação dos rebanhos (ordenha mecânica, inseminação artificial, densidade animal e outros) apresentaram maior risco de resistência instalada. Apenas em alguns produtos, fatores do controle, como frequência, equipamento e concentração, foram associados à resistência. Em 77% das propriedades foi encontrada resistência a mais de quatro bases, entre as quais em 33% não há produtos eficientes. A resistência múltipla é um problema frequente nas propriedades estudadas.

**Palavras-chave:** Acaricidas. Carrapato dos bovinos. Epidemiologia animal. Teste de eficiência dos acaricidas.

## **FACTORS ASSOCIATED WITH RESISTANCE RHIPICEPHALUS (Boophilus) MICROPLUS (CANESTRINI, 1887) IN THE SOUTH OF MINAS**

**ABSTRACT** - The *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* is responsible for severe losses for dairy farmers and their control has been hampered by the resistance of ticks to acaricides. This study aimed to evaluate the main factors influencing the occurrence of resistance and prevalence of ticks in the properties. For this, 105 dairy farms were visited in the southern region of Minas Gerais, in which randomly selected interviews were conducted that provided information about socio-economic-cultural, production and management of acaricides. The sample corresponds to 45 properties where it was possible to collect ticks for testing the efficiency of acaricides. We assessed the level of infestation of ticks by counting females above 4 mm, and engorged females collected for testing the efficiency of the products. The data were tabulated and analyzed using the software Epidata PASW 18.0. Descriptive analyzes were performed for all variables. To evaluate the factors related to resistance to acaricides and products to the levels of infestation, the analyzes were performed by Chi-square, looking for association between qualitative variables and

Kruskal-Wallis test for quantitative variables. The odds ratios were calculated with confidence intervals. The required level of significance was 95%. There was great variation in the profile producers, as well as the characterization of the property, management and control of ticks. The tests showed different efficiencies by ownership of the products, even among those who had the same base. Several factors were associated with the presence of resistance of ticks to different products, but in general all seem to indicate that properties with higher level of technification herd (milking, artificial insemination, animal density and others) had a higher risk of resistance installed. Only in some products, the control factors, such as frequency, equipment and concentration have been associated with resistance. In 77% of the strength properties was found more than four bases, among which there is 33% efficient products. The multidrug resistance is a frequent problem in the properties studied.

**Keywords:** Acaricidas. Of cattle tick. Epidemiology animal. Test of efficiency acaricidas

## INTRODUÇÃO

Os carrapatos representam, economicamente, a mais importante ectoparasitose para a produção de bovinos. Estima-se que 80% do rebanho mundial está infestado (BOWMAN e NUTTALL, 2004). Rocha et al. (2006) relataram que os pecuaristas percebem os prejuízos causados pelo parasitismo, porém falta o conhecimento sobre a biologia do carrapato e as desvantagens do banho carrapaticida mal manejado. O manejo das propriedades prioriza a produção e há desinteresse dos proprietários em modifica-lo para favorecer o controle da parasitose, que é considerada de forma curativa (GEORGE et al., 2004; SANTOS JÚNIOR et al., 2000).

O controle do *R. (B.) microplus* é basicamente feito por acaricidas químicos. Os carrapaticidas controlam as infestações por causarem a morte ou atuarem na reprodução das fêmeas, causando inibição da postura ou inviabilidade dos ovos. A vida útil dos produtos comerciais depende da correta utilização por parte do produtor e esta pode ser prolongada pela utilização de testes laboratoriais, como a imersão de teleóginas, que identificam e avaliam a sensibilidade de populações de carrapatos à carrapaticidas auxiliando nas decisões para o controle (MENDES et al., 2007).

A excessiva utilização dos acaricidas, associada ao seu manejo incorreto, como uso de superdosagens e excesso de aplicações, ocasionaram resistência do carrapato às drogas disponíveis no mercado (GAUSS e FURLONG, 2002; SPAGNOL et al., 2010; SILVA et al., 2000; SUTHERST e COMINS, 1979).

Os mecanismos que levam à resistência se diferenciam de acordo com a resposta ao acaricida. São eles: alteração no comportamento do parasito para evitar contato com o produto; modificação no exoesqueleto para reduzir a penetração cuticular do princípio ativo, geralmente associada à concentração de lipídeos; aumento da detoxificação metabólica; e modificação do sítio de ação para redução na sensibilidade ao carrapaticida (ALONSO-DIAZ et al., 2006).

Segundo Davey et al. (2006), a ausência da pressão do acaricida eliminaria a população resistente ao longo do tempo pela imigração de indivíduos susceptíveis que possuem melhor capacidade reprodutiva. Por outro lado, o retorno do uso do acaricida levaria a um

ressurgimento precoce da resistência, pois os genes que a codificam estão fixos na população e são rapidamente expressados sob repetida pressão de seleção.

São poucos os estudos que procedem a análise de fatores de risco para ocorrência do *R. (B.) microplus*, assim como sobre o papel de resistência aos acaricidas nos rebanhos. Estudos desta natureza são escassos no Brasil, como o conduzido por Santos et al. (2009), no Rio Grande do Sul, e por Labruna et al. (2001), no Estado de São Paulo, sobre a prevalência de carrapatos em cavalos. Mesmo considerando estudos sobre fatores de risco para a resistência do *R. (B.) microplus* no mundo, há apenas pesquisas a partir do ano 2000 na Austrália (BIANCHI et al., 2003 e JONSSON et al., 2000). Isto, provavelmente, se deve a dificuldade de coleta e análise dos dados.

Vários fatores associados à resistência a diferentes carrapaticidas foram identificados em estudo de Farias et al. (2008), Rocha (2005) e Santos et al. (2009), no Brasil e na Austrália por Jonsson et al. (2000). Os principais fatores evidenciados foram frequência, método (aspersão, pour-on, injetável) e estratégia de aplicação dos acaricidas, região do país, grau de escolaridade do produtor e biossegurança na aquisição de novos animais. O uso inadequado do carrapaticida aliado ao aumento no grau de sangue taurino no rebanho leva à sérios problemas de resistência (ARANTES et al., 1995). Segundo Gonzales (2003), o aparecimento da resistência está diretamente associado a campos sujos sendo que o manejo inadequado dos campos transfere a responsabilidade do controle do carrapato para os químicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado com 45 propriedades leiteiras escolhidas aleatoriamente de 17 cidades localizadas nas mesorregiões do Campo das Vertentes, Oeste e Sul/Sudoeste de Minas Gerais (Figura 1). O período de realização da coleta de dados foi de julho de 2008 a agosto de 2010.

Para determinar a eficiência dos produtos carrapaticidas foram coletadas até 200 fêmeas ingurgitadas de *R. (B.) microplus* em cada uma das 45 propriedades amostradas. As teleóginas foram encaminhadas ao Laboratório de Doenças Parasitológicas do Departamento de Medicina Veterinária - DMV/UFLA

onde foram submetidas a técnica de imersão de teleóginas sugerida por Drummond et al. (1973). Foram utilizados produtos comerciais com as bases químicas amitraz, piretróides, organofosforados e associações (Tabela 1).

Em várias propriedades não foi atingido o número suficiente de teleóginas para que fosse realizado o teste completo. Nestes casos, o teste foi realizado de maneira incompleta, utilizando-se número reduzido de produtos, adaptado à quantidade de carrapatos coletados.

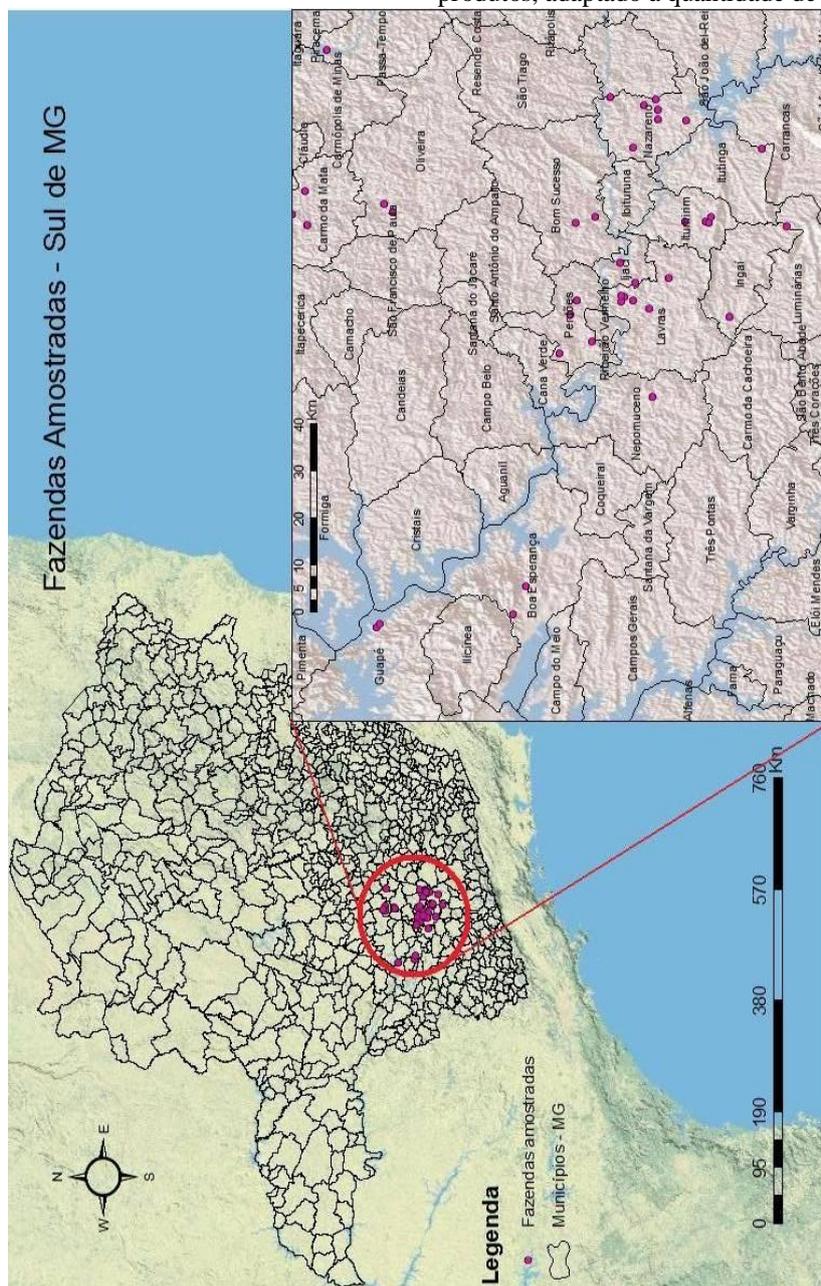


Figura 1 Localização geográfica das propriedades estudadas no sul de Minas Gerais

A partir do resultado da eficiência de cada produto pelo teste de imersão de teleóginas, foi criada uma variável categórica (Sim/Não) que indica se a cepa da propriedade é resistente a cada produto. Considerou-se resistência os casos em que a eficiência do produto foi inferior a 90% (Tabela 2).

Foram selecionados sete produtos de diferentes bases químicas de acordo com os seguintes critérios: variabilidade de princípio ativo, número de propriedades testadas e variação dos resultados. Essa seleção foi utilizada para a criação de um índice de resistência múltipla (IRM) (Tabela 2) que indica a quantas bases a propriedade exibe perfil de resistência. A formulação do índice seguiu a seguinte fórmula:  $IRM = 100 \times (\text{Resistência ao amitraz} + \text{Resistência ao amitraz+associação} + \text{Resistência a deltametrina} + \text{Resistência a cipermetrina} + \text{Resistência a cipermetrina+clorpirifós} + \text{Resistência ao clorfenvinfós} + \text{Resistência ao diclorvós+clorpirifós}) / 7$

Os fatores associados à resistência do *R. (B.) microplus* aos carrapaticidas podem ser produtivos, relacionados ao manejo sanitário ou aos aspectos sócio-econômicos e culturais dos proprietários. Realizou-se, então, uma coleta de informações para caracterizar os produtores, as propriedades e o manejo de acaricidas em busca de associações que podiam estar relacionadas à prevalência de carrapatos e da resistência destes aos produtos. A metodologia utilizada, desde a construção dos roteiros, como os processos de entrevista, e a análise dos dados e descrição dos resultados, foi feita de acordo com Rocha (1996) e Rocha et al. (2006) e baseado em metodologia social de Gil (1991), Minayo (1993), e Sellitz et al. (1967).

Os resultados dos testes de eficiência dos carrapaticidas e o IRM foram utilizados como variáveis dependentes e os dados obtidos com as entrevistas foram utilizados como variáveis independentes (Tabela 2). As informações colhidas por meio das entrevistas foram tabuladas e codificadas no EPIDATA para a formação de um banco de dados. O banco de dados foi então exportado e analisado pelo o *software* SPSS 17.0, estabelecendo a frequência de cada variável na amostra levantada e possibilitando as análises de associações. Para a análise

descritiva optou-se pela mediana, quartis e amplitude, pois a maior parte dos dados não apresentava distribuição normal. Os dados qualitativos foram testados pelo Qui-quadrado de Pearson para buscar as associações estatísticas, com nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). A *odds ratio* foi utilizada para medir a magnitude e a direção da associação, com intervalo de confiança de 95%. Para as variáveis quantitativas utilizou-se a análise de dados não paramétricas pelo teste de Kruskal-Wallis e correlação de Spearman.

## RESULTADOS E DISCUSSOES

A caracterização dos proprietários e das propriedades, bem como do rebanho, manejo e a forma de controle ao carrapato instituídos em cada unidade estudada, está apresentada nas tabelas 1, 2 e 3. Observa-se grande variação nos fatores de manejo, produção, produtividade e aspectos sociais, permitindo analisar quais estão associados à resistência aos produtos carrapaticidas. Testes de Eficiência dos Carrapaticidas

Os produtos testados apresentaram grande variação de eficiência (Tabela 4) mesmo quando considerados produtos comerciais diferentes, porém de mesma base química. O número de produtos a serem testados no teste de imersão de teleóginas dependeu do número de carrapatos viáveis coletados nas propriedades. Somente um produto foi testado em todas as 45 propriedades em que foram realizados os testes. Apenas o produto Cipermetrina + Clorpirifós<sup>6</sup> obteve eficiência superior a 90% em todas as amostras testadas e todos os produtos chegaram a ser 100% eficientes em pelo menos uma propriedade. Porém, a grande maioria se mostrou ineficiente (<90%) para controlar a infestação em mais de um terço das propriedades (Tabela 4). Os produtos à base de organofosforado, associados ou não à outras bases, foram os que apresentaram maior eficiência contra os carrapatos na maioria das propriedades estudadas (Tabela 4).

Tabela 1 Caracterização das propriedades leiteiras na região sul de Minas Gerais, 2008-2010

CARACTERÍSTICAS	CATEGORIAS	N*	%
Escolaridade do proprietário	1º grau	15	33,3
	2º grau	15	33,3
	3º grau	14	31,1
Tempo na atividade leiteira	Até 10 anos	11	25,0
	> 10 anos	33	75,0
Participação da atividade na renda	Única	19	45,2
	Principal	9	21,4
	Secundária	14	33,3
Tipo de mão de obra	Familiar	9	20,5
	Assalariada	21	47,7
	Ambas	14	31,8
Localização da propriedade (mesorregiões)	Campo das Vertentes	23	51,1
	Oeste	17	37,8
	Sul/Sudoeste	5	11,1
Topografia da propriedade	Plana	4	13,8
	Montanhosa	3	10,3
	Intermediária	22	75,9
Tipo de pastagem predominante	Brachiaria	23	53,5
	Brachiaria + outros	12	27,9
	Outros	8	18,6
Área de irrigação	Sim	6	20,0
	Não	24	80,0
Raça	Holandês	12	27,3
	Cruzado	32	72,7
Grau de Sangue do Gado Cruzado <sup>1</sup>	½	18	54,5
	¾	13	39,4
	7/8	2	6,1
Sistema de Criação	Intensivo	6	14,3
	Semi-intensivo	36	85,7
Divisão do rebanho em lotes	Sim	21	70,0
	Não	9	30,0
Taxa de lotação (animais/ha)	≤ 1	21	48,8
	> 1	22	51,2
Tipo de ordenha utilizada	Manual	10	22,2
	Mecânica	35	77,8
Tipo de reprodução	Monta Natural	22	48,9
	Inseminação	23	51,1
Número de vacinas aplicadas ao gado	Até 3	14	31,1
	>3	31	68,9
Cuidados na introdução de novos animais	Sim	15	62,5
	Não	9	37,5

\*Categorias cujo N somam menos de 45 demonstram perdas por falta de respostas ou incongruências

Tabela 2 Parâmetros descritivos quantitativos de propriedades leiteiras na região sul de Minas Gerais, 2008-2010

CARACTERÍSTICAS	N*	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Tempo na atividade leiteira (anos)	44	4	10,75	22,5	37,5	73
Número de trabalhadores	45	1	2	3	4,5	10
Área total da fazenda (ha)	43	8	45	90	200	1965
Área para outras culturas	43	0	0	13	77	800
Efetivo bovino	45	10	30,5	48	110	820
Nº de vacas em lactação	45	5	19,5	36	78	420
Produção media diária	45	40	200	530	1290	12200
Produção diária por animal	45	5	10	14,5	18,5	31,4
Taxa de lotação (animais/ha)	43	0,2	0,6	1,1	2,8	11,4

\*Categorias cujo N somam menos de 45 demonstram perdas por falta de respostas ou incongruências

Tabela 3 Caracterização do controle do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* nas propriedades leiteiras na região sul de Minas Gerais, 2008-2010

CARACTERÍSTICAS	CATEGORIAS	N	%
Quando aplica o produto	Intervalado	29	64,4
	Presença de carrapatos	16	35,6
Estratégias de controle de carrapato <sup>1</sup>	Intervalos regulares	19	45,2
	Intervalos irregulares	23	54,8
Frequência de aplicação ao ano <sup>1</sup>	Até 10 vezes	25	59,5
	Mais de 10	17	40,5
Quem recebe o produto <sup>1</sup>	Todos os animais	35	83,3
	Mais infestados	7	16,7
Concentração do carrapaticida <sup>2</sup>	Conforme a bula	11	47,8
	Difere da bula	12	52,2
Volume de calda por animal para pulverização <sup>2*</sup>	≤ 3 litros	16	72,7
	> 3 litros	6	27,3
Tipo de equipamento que possuem para controle*	Bomba costal	30	73,2
	Outros	11	26,8

<sup>1</sup>N=42 pela exclusão dos produtores que utilizam produtos homeopáticos

<sup>2</sup> N=23 pela inclusão somente dos produtores que utilizam pulverização

\*Categorias com N inferior demonstram perdas por falta de respostas ou incongruências;

Tabela 4 Distribuição da eficiência de produtos carrapaticidas comerciais frente ao *Rhiphicephalus (Boophilus) microplus* de propriedades leiteiras na região sul de Minas Gerais, 2008-2010

Produtos comerciais	N	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	Resistência instalada (%)*
Amitraz	43	0	61	74	98	100	67,4
Amitraz + Clorpirifós	45	17	74,5	100	100	100	31,1
Deltametrina	42	0	15,75	65	97	100	61,9
Cipermetrina <sup>1</sup>	39	0	57	87	100	100	51,3
Cipermetrina <sup>2</sup>	43	0	0	24	86	100	79,1
Cipermetrina + Clorpirifós <sup>1</sup>	43	0	59	96	100	100	44,2
Cipermetrina + Clorpirifós <sup>2</sup>	40	2	33	61,5	93,25	100	72,5
Cipermetrina + Clorpirifós <sup>3</sup>	42	40	100	100	100	100	11,9
Cipermetrina + Clorpirifós <sup>4</sup>	38	15	63,75	92	100	100	44,7
Cipermetrina + Clorpirifós <sup>5</sup>	17	0	38	92	99	100	41,2
Cipermetrina + Clorpirifós <sup>6</sup>	16	99	100	100	100	100	0
Clorfenvinfós	44	0	84	100	100	100	36,4
Clorfenvifós + Diclorvós	42	37	96	100	100	100	16,7
Diclorvós + Clorpirifós	42	21	78	99	100	100	33,3
Fipronil	27	0	81	100	100	100	37,0

\*Foi considerada “resistência instalada” quando a eficiência do produto foi inferior a 90% no teste de sensibilidade por imersão de teleóginas

#### Fatores associados à presença da resistência

Por observar grande discrepância na eficiência dos produtos dentro de cada propriedade, mesmo aqueles de mesma base, optou-se pela análise dos fatores associados à resistência por produto e não pela base química. Houve grande variação nos fatores produtivos que se relacionaram significativamente com a resistência aos produtos, não existindo nenhum que tenha se relacionado a todos os perfis de resistência. Porém,

observa-se a tendência de baixa eficiência de produtos carrapaticidas em rebanhos com maior grau de tecnificação (Tabelas 5 e 6). A utilização de ordenhadeira mecânica, reprodução por inseminação artificial, rebanhos constituídos por gado europeu e criados de forma intensiva são algumas características que sugerem risco para a existência da resistência dos carrapatos aos acaricidas nas propriedades.

Tabela 5 Fatores produtivos, sociais e de manejo relacionados à resistência instalada a bases químicas carrapaticidas em propriedades leiteiras na região sul de Minas Gerais, 2008-2010

Produtos que apresentaram resistência <sup>1</sup>	Fatores relacionados <sup>2</sup>	Mediana (Q1-Q3)		Valor de p*
		Sensível	Resistente	
Amitraz	Área Total	96(43,5-183,8)	90(49,5-210,0)	0,035
	Taxa de lotação	0,95(0,6-2,9)	1(0,6-2,3)	0,050
	Área agricultura	14,5(0,0-67,8)	8(0,0-100,0)	0,010
	Efetivo bovino	53(25,0-101,3)	48(33,5-110,0)	0,054
	Tempo atividade	20(10,0-42,5)	22,5(10,8-37,5)	0,011
Amitraz + Clorpirifós	Freq. aplicação anual	9(6,0-14,9)	9,3(6,4-18,0)	0,052
Deltametrina	Int. aplicação seca	45(25,0-90,0)	45(23,3-90,0)	0,000
Cipermetrina <sup>1</sup>	Int. aplicação chuva	30(21,0-56,3)	30(20,3-56,3)	0,037
	Freq. aplicação anual	10(6,0-13,8)	9,3(5,7-18,0)	0,031
Cipermetrina <sup>2</sup>	Efetivo bovino	48(26,5-194,0)	49(33,8-107,0)	0,001
	Vacas em lactação	21(17,0-165,0)	36(21,5-75,0)	0,038
	Nº funcionários	2(2,0-8,5)	3(2,0-4,0)	0,028
Cipermetrina + Clorpirifós <sup>1</sup>	Área total	87,5(58,5-200)	107(25,0-220)	0,003
	Tempo atividade	25(13,0-40,0)	20(8,0-50,0)	0,000
	Freq. aplicação anual	9,5(6,0-15,3)	8,8(6,25-18,0)	0,005
Cipermetrina + Clorpirifós <sup>2</sup>	Tempo atividade	20(10,0-40,0)	20(15,0-30,0)	0,055
Cipermetrina + Clorpirifós <sup>4</sup>	Área total	90(55,5-281,0)	91(41,5-121,5)	0,055
	Int. aplicação chuva	30(20,0-60,0)	25,5(30,0-45,0)	0,033
Clorfenvinfós + Diclorvós	Área total	870(49,5-200)	91(20,0-308,0)	0,016
Diclorvós + Clorpirifós	Int. aplicação seca	45(27,5-90,0)	47,5(21,0-90,0)	0,037
Fipronil	Efetivo bovino	61(29,0-162,0)	36(20,5-138,0)	0,051
	Vacas em lactação	42,5(34,8-86)	35(24,8-59,8)	0,051

<sup>1</sup>Foram considerados resistentes os produtos cuja eficiência foi inferior a 90%; <sup>2</sup>Foram testados pelo teste Kruskal-wallis todos os fatores produtivos, sociais e de manejo, porém apenas os que apresentaram significância estatística estão apresentados na tabela. \*p<0,05

Tabela 6 Associação univariada entre a resistência aos produtos carrapaticidas e os fatores produtivos, sociais e de manejo em propriedades leiteiras na região sul de Minas Gerais, 2008-2010

<b>Produtos que apresentaram resistência<sup>1</sup></b>	<b>Fatores<sup>2</sup></b>	<b>Categorias</b>	<b>Valor de p*</b>	<b>OR</b>	<b>IC (OR) 95%</b>
Amitraz	Vol. de calda	Mais de 3 litros	0,031	13,0	1,36-124,3
		Até 3 litros		1,00	-
Amitraz + Clorpirifós	Mesorregião	C. Vertentes		1,00	-
		Oeste	0,038	5,34	1,27-22,52
	Nº vacinas	Sul/Sudoeste	>0,05	1,00	
		Até 3	0,034	9,39	1,09-81,04
	Ordenha	Mais de 3		1,00	
		Manual	0,019	1,67	1,27-2,18
Reprodução	Mecânica		1,00		
	Inseminação	0,023	0,17	0,04-0,75	
Cipermetrina <sup>1</sup>	Concentração	Monta Natural		1,00	
		Segue a bula	0,057	12,0	1,05-136,8
Cipermetrina <sup>2</sup>	Área irrigada	Não segue		1,00	
		Sim	0,010	0,05	0,01-0,47
	Escolaridade	1º grau		1,00	
		2º grau		1,00	
3º grau		0,016	1,75	1,11-2,76	
Cipermetrina + Clorpirifós <sup>1</sup>	Taxa de lotação	Até 1	0,028	4,90	1,28-18,73
		Mais de 1		1,00	
	Ordenha	Manual	0,002	2,27	1,55-3,31
Mecânica			1,00		
Cipermetrina + Clorpirifós <sup>2</sup>	Mão de obra	Ambos		1,00	
		Assalariada	0,059	0,68	0,50-0,93
		Familiar	0,014	0,50	0,250-1,00
	Taxa de lotação	Até 1	0,025	7,60	1,35-42,8
		Mais de 1		1,00	
		Manual	0,003	16,2	2,51-104,4
Clorfenvinfós	Raça	Mecânica		1,00	
		Europeu	0,004	0,11	0,02-0,5
	Sistema de Criação	Cruzado		1,00	
Intensivo		0,018	0,08	0,09-0,77	
Diclorvós + Clorpirifós	Taxa de lotação	Extensivo		1,00	
		Até 1	0,004	10,2	1,89-55,2
	Raça	Mais de 1		1,00	
		Europeu	0,029	0,19	0,04-0,8
		Cruzado		1,00	
Reprodução	Inseminação	0,023	0,18	0,04-0,78	
	Monta Natural		1,00		

<sup>1</sup>Foram considerados resistentes os produtos cuja eficiência foi inferior a 90%; <sup>2</sup>Foram testados pelo teste Qui-quadrado todos os fatores produtivos, sociais e de manejo, porém apenas os que apresentaram significância estatística estão apresentados na tabela. \*p<0,05

Com relação à estratégia de controle dos carrapatos, a concentração do produto de maneira diferente à indicada pela bula, o volume de calda por animal, a frequência de aplicação anual e o intervalo de aplicação diferenciado pela época do ano apresentaram associação com a presença da resistência aos acaricidas nas propriedades. Porém, o cálculo da intensidade aparece de forma imprecisa, com a *odds* muito próxima a um, e com pouca diferença entre as medianas.

### Resistência múltipla

A resistência múltipla existe quando mais de uma base química apresenta-se ineficiente para combater a cepa de determinada propriedade. Foram utilizadas sete bases para a construção do índice: amitraz, amitraz+clorpirifós, deltametrina, cipermetrina,

cipermetrina+clorpirifós, clorfenvinfós e diclorvós+clorpirifós. Em 77% das propriedades encontrou-se mais de quatro destas bases, sendo que em 33% não há produtos eficientes. A situação de sensibilidade ou de resistência a apenas uma base não é considerada resistência múltipla e corresponde a apenas 17% das propriedades (Figura 3).

Foram testadas as relações desse índice com todos os fatores produtivos, sociais e de manejo, porém apenas o tipo de ordenha ( $p=0,031$ ) e o tipo de pasto (0,048) resultaram em significância estatística. As propriedades que utilizam ordenha mecânica tem 45 vezes mais chance de possuírem carrapatos multi-resistentes, porém o valor da *odds* (IC 1,34-2507,21) necessita de maior investigação com uma amostragem maior. Esta relação não é de causa e efeito, pois não é o tipo de ordenha que irá determinar a eficiência dos acaricidas. O tipo de ordenha é um indicador do nível tecnológico das propriedades, pois separa claramente as fazendas de baixo nível tecnológico (ordenha manual) do restante. Este resultado demonstrou que a resistência é bem menor em rebanhos familiares e de subsistência.

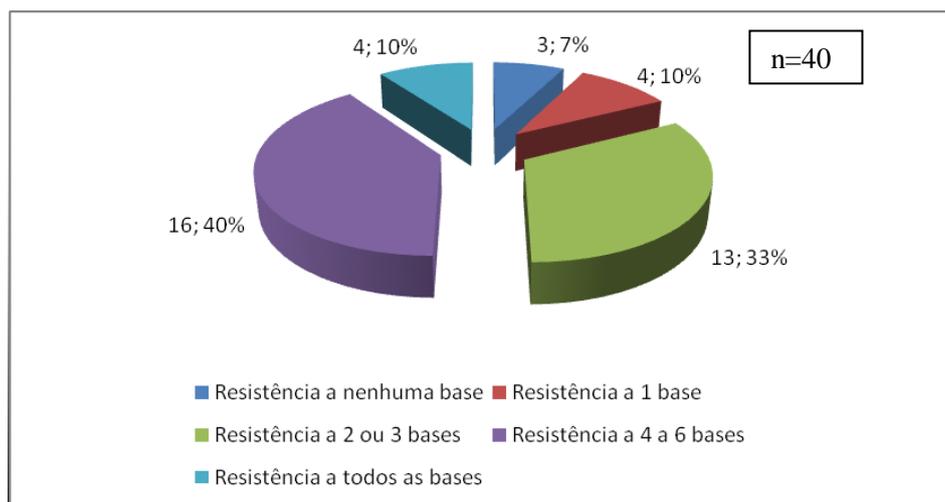


Figura 2 Distribuição da ocorrência de resistência múltipla em propriedades leiteiras na região sul de Minas Gerais, 2008-2010

\*Bases testadas: amitraz, amitraz+clorpirifós, deltametrina, cipermetrina, cipermetrina+clorpirifós, clorfenvinfós e diclorvós+clorpirifós.

Grande parte dos produtos comercializados atualmente possui como princípio ativo o amitraz, piretróides e organofosforados, ou ainda, associações entre as bases (MENDES; SILVA; BRACCO, 2001). A variação de eficiência, mesmo quando considerados produtos de mesma base química, pode ser devido a diferenças no grau de pureza das bases; variações nos veículos e excipientes, pH da solução, acondicionamento, qualidade da água utilizada na diluição e subjetividade na avaliação da eclosão (ROCHA, 2005).

As medianas de eficiência dos produtos testados variaram em comparação com pesquisas anteriores. Para o amitraz, foram observados valores de eficiência de 30,95% por Campos Júnior e Oliveira (2005) na Bahia, 46,57% por Rocha (2005) em Passos-MG e 86%, por Arantes, Marques e Honer (1995) em Uberlândia-MG. Em São Paulo, os resultados foram superiores, variando entre 88,75% a 98,13% (MENDES; LIMA; PRADO, 2007). Essa grande variação pode ser devido à elevada ação residual e presença no mercado por mais de 20 anos em várias partes do mundo (MARTINS, 2006).

A associação amitraz+clorpirifós apresentou mediana de 100% (Tabela 4), semelhante à observada por Spagnol, Paranhos e Albuquerque (2010) (90,70%), enquanto Camillo et al. (2009) observaram 100% de eficiência da base em sua pesquisa no Rio Grande do Sul e justificaram o alto valor pela recente entrada do produto no mercado. Martins et al. (2008) encontraram eficácia média de 98,6% da base durante dez anos de estudos. Porém, o estudo realizado por esses autores tem um contraponto, pois testa cepas recebidas por produtores que podem já ter percebido a ocorrência de resistência em seus rebanhos, não se tratando de amostras aleatórias, como as utilizadas nesse estudo.

Entre os piretróides, a deltametrina obteve 65% de eficiência (Tabela 4), semelhante ao valor encontrado por Campos Júnior e Oliveira (2005) e superior ao de Arantes, Marques e Honer (1995), 65,04% e 45,66%, respectivamente. Um produto à base de cipermetrina, cipermetrina<sup>1</sup>, obteve resultado bem superior aos encontrados por Camilo et al. (2008) (44,03%) e Arantes, Marques e Honer (1995) (41,74%), enquanto o outro produto, cipermetrina<sup>2</sup>, foi ligeiramente inferior aos resultados destes autores. Mendes, Lima e Prado (2007) demonstraram grande variação na eficiência dos piretróides ao longo do tempo em ensaio realizado durante dois anos em São Paulo. Possivelmente, o baixo desempenho dos produtos à base de cipermetrina ocorre pelo “maior poder residual, que favorece a sobrevivência de indivíduos naturalmente tolerantes” (SPAGNOL; PARANHOS; ALBUQUERQUE, 2010). Outra possibilidade é a resistência cruzada entre as bases de piretróides. Rosario-Cruz et al. (2009), observaram mais da metade das cepas estudadas no México com resistência cruzada entre cipermetrina, deltametrina e flumetrina.

O clorfenvinfós apresentou eficiência mediana pouco inferior aos dados apresentados por Vargas et al. (2003) e Silva, Sobrinho e Linhares (2000), 96,95% e 100%, respectivamente. Oliveira, Patarroyo Salcedo e Massard (1986) relataram pela primeira vez a resistência a organofosforados no Estado do Rio de Janeiro. Segundo Campos Júnior e Oliveira (2005), apesar de serem produtos mais antigos e com resistência instalada em todo o mundo, podem ser uma boa alternativa para o controle, principalmente em associação com os piretróides. Porém, os resultados apresentados sugerem que as associações com os piretróides formam as bases de menor eficiência, considerando as bases que contém fosforados (Tabela 4).

Mesmo representando as associações com fosforados de menor eficiência, os produtos a base de cipermetrina+clorpirifós apresentam resultados superiores à eficiência média de 49,2% para essa base encontrada por Spagnol, Paranhos e Albuquerque (2010), porém semelhantes ao que foi observado por Pereira (2006) e Camillo et al. (2009) em que as eficiências médias da associação foram, respectivamente, 88,9% e 80,8%. A grande discrepância de eficiência entre os produtos de mesma base chama a atenção para que o teste de

sensibilidade dos carrapatos seja feito para o produto e não para as bases, o que foi relatado por Rocha (2005).

A associação entre os organofosforados clorfenvinfós + diclorvós obteve resultado semelhante ao encontrado por Arantes et al. (1995) (96,63%) e superior à Martins et al. (2008) (88,0%). O produto diclorvós+clorpirifós resultou em eficiência semelhante à obtida por Mendes, Lima e Prado (2007), em que os valores variaram de 85-100% em sete testes, porém superior ao resultado de Rocha (2005) (66,83%) e Martins et al. (2008) (76,7%).

A mediana de eficiência do fipronil foi 100%, sendo compatível com a média de 99% observada por Spagnol, Paranhos e Albuquerque (2010) na Bahia e consideravelmente maior do que a média obtida por Martins et al. (2008) (88,5%) no Rio Grande do Sul. Spagnol Paranhos e Albuquerque (2010) justificaram que a alta eficiência do fipronil pode ser devido ao preço elevado ou uso proibido em animais lactantes. O fipronil é mais recente no mercado e, além disso, é utilizado na forma de pour-on, reduzindo a possibilidade de erros de aplicação por diluição incorreta, quantidade insuficiente de produto por animal ou por não atingir todo o corpo do bovino. Essas características podem sugerir uma reduzida instalação da resistência a este produto.

Em estudo semelhante realizado na Bahia, Campos Júnior e Oliveira (2005) analisaram quatro bases semelhantes às do presente estudo (amitraz, deltametrina, cipermetrina+diclorvós e triclofon+coumafós+cyfluthrin) e observaram que em 40% das propriedades nenhum produto se mostrou eficiente. Porém, o estudo em questão somente considerou aceitável produtos com eficiência superior a 95%.

A localização geográfica da propriedade interferiu na presença de resistência ao produto de base amitraz+clorpirifós (Tabela 6). Diferentes autores encontram diversidade de eficiência para mesmas bases de acordo com o local do estudo (ARANTES; MARQUES; HONER, 1995; CAMILLO et al., 2009; CAMPOS JÚNIOR; OLIVEIRA, 2005; SPAGNOL; PARANHOS; ALBUQUERQUE, 2010). O efeito da região sobre as cepas de *R. (B.) microplus* também foi estudado por Jonsson, Mayer e Green (2000) que observaram maior prevalência da resistência em determinadas regiões da Austrália. A ausência de associação dos outros produtos com a mesoregião deve estar relacionada a várias similaridades nas formas de produção em toda região estudada.

As cepas de propriedades com maior área para agricultura se mostraram mais sensíveis aos produtos. De acordo com Gonzales (2003) a presença dessas áreas contribui para o controle de carrapatos. A taxa de lotação, a raça (Tabela 6) e o tamanho da propriedade (Tabela 5) influenciaram na presença da resistência a alguns produtos nas propriedades do sul de Minas Gerais. Segundo Santos et al. (2009), estes são fatores que dificultam o controle do carrapato no Rio Grande do Sul.

A escolaridade do produtor se mostrou inversa à prevalência da resistência nos rebanhos. Carrapatos de rebanhos cujos produtores possuem terceiro grau completo apresentam maior probabilidade de serem resistentes à cipermetrina<sup>2</sup> (Tabela 6), quando comparados àqueles que possuem somente o primeiro grau completo, contrariando as observações de Rocha (2005) e Santos et al. (2009). Porém, Amaral et al. (2011) detectaram que a escolaridade não justifica um controle mais eficiente.

A frequência de aplicação anual de carrapaticida foi associada à presença de cepas resistentes na Austrália (JONSSON; MAYER; GREEN, 2000) e no Rio Grande do Sul (SANTOS et al., 2009). Rocha (2005) relatou que a ocorrência da resistência nas propriedades se deve, principalmente, a alta frequência de banhos mal aplicados e à utilização de produtos ineficientes. Rocha (2005) observou que os produtores com maior índice tecnológico têm tendência a manter a frequência de banhos carrapaticidas ao longo do ano. Houve também correlação entre o aumento no número de aplicações e a utilização somente da bomba costal como equipamento carrapaticida (ROCHA, 2005). Tais atitudes explicam o aumento da resistência nas propriedades, uma vez que ficou comprovado que esses fatores exercem efeito negativo na sensibilidade das cepas da região sul de Minas Gerais.

Segundo Davey, George e Miller (2006) a ausência de pressão do carrapaticida em indivíduos suscetíveis torna a cepa muito mais adaptada em relação aos indivíduos resistentes. Porém, devido à impossibilidade de se evitar o aparecimento de cepas resistentes aos acaricidas, o manejo da resistência deve ser focado no uso de mecanismos que atrasem o surgimento da mesma (ALONSO-DIAZ et al., 2006). Entretanto, para um monitoramento efetivo, é essencial que se faça um diagnóstico precoce do fenômeno (MENDES; SILVA; BRACCO, 2001).

## CONCLUSOES

De acordo com os resultados deste estudo, observa-se grande variação no perfil do produtor rural, assim como de sua propriedade, formas de manejo e de controle do carrapato no sul de Minas Gerais. Porém, apesar das diferenças no controle dos carrapatos, há grandes semelhanças na essência da falta de critérios técnicos. Observou-se também diversidade na eficiência dos produtos. Essa grande heterogeneidade não permitiu identificar fatores que sejam essenciais para a instalação da resistência, porém detectou padrões de comportamento que podem influenciá-la.

O aumento do nível tecnológico da propriedade, percebido pelo manejo, produtividade e escolaridade do produtor, permitiu maior chance de ocorrência de resistência dos carrapatos aos acaricidas. Esse fato poder ser devido à maior preocupação com a qualidade do rebanho que acaba gerando um excesso de aplicação de acaricidas e o uso cada vez maior de produtos de longa

duração, até mesmo em vacas em lactação. A alta frequência de aplicação anual, unida à falta de conhecimento sobre o melhor produto para combater a cepa da propriedade e à ineficiência do banho carrapaticida, ocasionam graves situações de resistência.

É importante salientar a importância do teste de eficiência dos acaricidas comerciais que pode ser feito sem custo por qualquer produtor e que é uma ferramenta de grande utilidade não só por indicar o produto ideal para o combate na propriedade, mas por detectar a presença da resistência.

## REFERENCIAS

AMARAL, M. A. et al. Percepção e atitude dos produtores de leite de Minas Gerais sobre a biologia e controle do carrapato dos bovinos. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, São Carlos, no prelo, 2011.

ARANTES, G. J.; MARQUES, A. O.; HONER, M. R. O carrapato do bovino, *Boophilus microplus*, no município de Uberlândia, MG: análise de sua resistência contra carrapaticidas comerciais. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, São Carlos, v. 4, n. 2, p. 89-93, 1995.

ALONSO-DÍAZ, M. A. et al. Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas. **Archivos de Medicina Veterinária**, Valdivia, v. 38, n. 2, p. 105-113, 2006.

BOWMAN, A. S.; NUTTALL, P. A. Ticks: biology, disease and control. **Parasitology**, Nova York, v. 129, n. S1, p. S1, 2004.

CAMILLO, G. et al. Eficiência *in vitro* de acaricidas sobre carrapatos de bovinos no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p.490-495, 2009.

CAMPOS JÚNIOR, D. A.; OLIVEIRA, P. R. Avaliação *in vitro* da eficácia de acaricidas sobre o *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) de bovinos no município de Ilhéus, Bahia, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1386-1392, 2005.

DAVEY, R. B.; GEORGE, J. E.; MILLER, R. J. Comparison of the reproductive biology between acaricide-resistant and acaricide-susceptible *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, n. 139, p. 211-220, 2006.

DRUMMOND, R. O. et al. *Boophilus annulatus* and *B. microplus*: laboratory tests of insecticides. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 66, n. 1, p. 130-133, 1973.

- FARIAS, N. A.; RUAS, J. L.; SANTOS, T. R. B. Análise da eficácia de acaricidas sobre o carrapato *Boophilus microplus*, durante a última década, na região sul do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1700-1704, 2008.
- GAUSS, C. L. B.; FURLONG, J. Comportamento de larvas infestantes de *Boophilus microplus* em pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 467-472, 2002.
- GEORGE, J. E.; POUND, J. M.; DAVEY, R. B. Chemical control of ticks on cattle and resistance of these parasites to acaricides. **Parasitology**, Nova York, n. 129, p. 353-366, 2004.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1991. 207 p.
- GONZALES, J. C. **O controle do carrapato do boi**. 3. ed. Passo Fundo: UPF, 2003. 129 p.
- JONSSON, N. N.; MAYER, D. G.; GREEN, P. E. Possible risk factor on Queensland dairy farms for acaricide resistance in cattle tick (*Boophilus microplus*). **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, n. 88, p. 79-92, 2000.
- LABRUNA, M. B. et al. Risk factors to tick infestations and their occurrence on horses in the state of São Paulo, Brazil. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, n. 97, p. 1-14, 2001.
- MARTINS, J. R. S. **Carrapato *Boophilus microplus* (Can. 1887) (Acari: Ixodidae) resistente a ivermectina, moxidectina e doramectina**. Rio Grande do Sul, 2006. 74p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.
- MARTINS, J. R. et al. Acaricide resistance in Brazil and the use of mixtures as chemical alternative for tick control. In. **VI Seminário Internacional de Parasitologia Animal**, Boca del Río Veracruz. 2008.
- MENDES, M. C.; LIMA, C. K. P.; PRADO, A. P. Determinação da frequência de realização de bioensaios para o monitoramento da resistência do carrapato *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae). **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 87-93, 2007.
- MENDES, M. C.; SILVA, M. X.; BRACCO, J. E. Teste bioquímico para determinar a resistência de duas cepas do carrapato *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887). **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, São Carlos, v. 10, n. 2, p. 61-65, 2001.
- MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: Pesquisa qualitativa em saúde**. 2. ed. São Paulo – Rio de Janeiro: HUCITEC – ABRASCO, 1993. 289 p.
- OLIVEIRA, T. C. G.; PATARROYO SALCEDO, J. H.; MASSARD, C. L. Susceptibilidade de amostras de *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887), do Rio de Janeiro, Brasil, à carrapaticidas organofosforados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 38, n. 2, p. 205-14, 1986.
- PEREIRA, J. R. Eficácia *in vitro* de formulações comerciais de carrapaticidas em teleóginas de *Boophilus microplus* coletadas de bovinos leiteiros do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, São Carlos, v. 15, n. 2, p. 45-48, 2006.
- ROCHA, C. M. B. M. **Caracterização da percepção dos produtores de leite do Município de Divinópolis/MG sobre a importância do carrapato *Boophilus microplus* e fatores determinantes das formas de combate utilizadas**. Belo Horizonte, 1996. 205p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária Preventiva) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.
- ROCHA, C. M. B. M. **Percepção e atitude de produtores de leite de MG em relação ao *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae)**. Belo Horizonte, 2005. 205p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária Preventiva) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.
- ROCHA, C. M. B. M. et al. Percepção dos produtores de leite do município de Passos, MG, sobre o carrapato *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, n. 36, p. 1235-1242, 2006.
- ROSARIO-CRUZ, R. et al. Molecular survey on pyrethroid resistance mechanisms in Mexican field populations of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Veterinary Research**, Bern, n. 105, p. 1145-1153, 2009.
- SANTOS, T. R. B. et al. Abordagem sobre o controle do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* no sul do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira, Seropédica**, v. 29, n. 1, p. 65-70, 2009.
- SANTOS JÚNIOR, J. C. B.; FURLONG, J.; DAEMON, E. Controle do carrapato *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) em sistemas de produção de leite da microrregião fisiográfica fluminense do Grande Rio – Rio de Janeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 305-311, 2000.

SELLTIZ, C., et al. **Metódos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: Editora da Faculdade de São Paulo, 1967. 687 p.

SPAGNOL, F. H.; PARANHOS, E. B.; ALBUQUERQUE, G. R. Avaliação *in vitro* da ação sobre o *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* Canestrini, 1887 (Acari: Ixodidae) de bovinos leiteiros no município de Itamaraju, Bahia, Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 11, n. 3, p. 731-736, 2010.

SILVA, M. C. L.; SOBRINHO, R. N.; LINHARES, G. F. C. Avaliação *in vitro* da eficácia do clorfenvinvós e da cialotrina sobre o *Boophilus microplus*, colhidos em bovinos da bacia leiteira da microrregião da Goiânia-Goiás. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 1, n. 2, p. 143-148, 2000.

SUTHERST, R. W.; COMINS, H. N. The management of acaricide resistance in the cattle tick, *Boophilus microplus* (Canestrini) (Acari: Ixodidae), in Australia. **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, n. 69, p. 519-537, 1979.

VARGAS, M. S. et al. Avaliação *in vitro* de uma cepa de *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) resistente à amitraz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 737-742, 2003.

Recebido em 28 04 2011

Aceito em 22 12 2011