



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA - UFRB CENTRO DE  
CIÊNCIAS, AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS GRADUAÇÃO EM  
MEDICINA VETERINÁRIA**

**Grace Kelly Rodrigues Matos**

**MÉTODOS DE CONTROLE DO CARRAPATO *Rhipicephalus (Boophilus)*  
*microplus* – REVISÃO DE LITERATURA**

Cruz das Almas – Bahia

2022

GRACE KELLY RODRIGUES MATOS

**MÉTODOS DE CONTROLE DO CARRAPATO *Rhipicephalus (Boophilus)*  
*microplus* – REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de conclusão submetido ao Colegiado de Graduação de Medicina Veterinária do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Médico Veterinário.

Orientador: Prof. Dr. Wendell Marcelo de Souza Perinotto

Cruz das Almas – Bahia

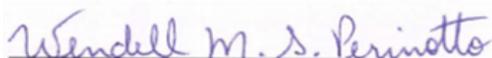
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
COLEGIADO DE MEDICINA VETERINÁRIA

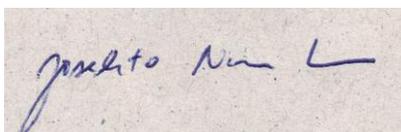
**COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO  
DE CONCLUSÃO DE CURSO**

GRACE KELLY RODRIGUES MATOS

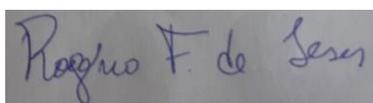
**MÉTODOS DE CONTROLE DO CARRAPATO *RHIPICEPHALUS BOOPHILUS*  
*MICROPLUS* – REVISÃO DE LITERATURA**



Prof. Dr. Wendell Marcelo de Souza Perinotto  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Prof. Dr. Joselito Nunes Costa  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Prof. Dr. Rogério Fernando de Jesus  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Cruz das Almas, BA, 24 de fevereiro de 2022.

*“Tudo que um sonho precisa  
para ser realizado é alguém  
que acredite que possa ser  
realizado.”*

*Roberto Shinayashiki*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter escutado minhas orações durante todos esses anos e por ter enviado pessoas maravilhosas que me ajudaram a tornar essa caminhada mais fácil.

Aos meus pais Silvano e Sirlândia, casal inspiração, os maiores responsáveis por esse sonho se tornar realidade, agradeço muito por sempre acreditarem no meu potencial e nunca terem me permitido desistir.

Ao meu tio Eilton (*in memorian*), que me ensinou sobre a simplicidade da vida e como Deus é maravilhoso.

À minha irmã Kellyanne, por todo apoio, carinho e amor que tanto acalentaram minha jornada.

Aos meus avós José, Valmíra, Miguel e Florita por todo apoio e orações.

Aos meus primos Sebastião e Vera, bem como minha tia Helena, por todo apoio desde o início da minha jornada acadêmica.

As minhas amigas Fabiana e Luanna Carla com quem tive a oportunidade de compartilhar o primeiro ano de faculdade e mesmo como toda distância sempre estiveram presentes na minha vida.

Ao meu amigo Kaique Vitor que desde o Ensino médio esteve ao meu lado em todos os momentos importantes da minha vida e torcendo pelo sucesso.

Ao meu “Grupo de Senhoras” Andressa, Fernanda e Tamires, por sempre serem afetuosas quando precisei, por terem aguentado cada desespero meu, terem carregado todos os fardos que a vida do estudante longe de casa apresenta. Sem vocês escrever esse trabalho não seria possível.

Aos meus professores que compartilharam seu conhecimento e em especial ao meu orientador Prof. Wendell por toda paciência, compreensão e ajuda para construção desse trabalho.

A todos os amigos e familiares, que durante esses anos oraram por mim, a minha eterna gratidão!

MATOS, Grace Kelly Rodrigues, **Métodos de controle do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: revisão de literatura**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2022. Orientador: Prof. Dr. Wendell Marcelo de Souza Perinotto.

## RESUMO

O carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* ou carrapato-do-boi, como é popularmente conhecido no Brasil, é o ectoparasito de maior impacto econômico dentro da agropecuária nacional. De ciclo monoxeno, este ectoparasito tem o bovino com seu principal hospedeiro, causando inúmeros danos diretos e indiretos ao pecuarista e ao animal. Muitas são as medidas utilizadas para controlar o carrapato dentro da propriedade, sendo que, o controle químico, através do uso de carrapaticidas é o mais utilizado no mundo, no entanto, o uso indiscriminado e sem suporte técnico dos carrapaticidas têm acelerado o mecanismo de resistência dos carrapatos. A fim de minimizar os prejuízos causados pelo uso excessivo incorreto de produtos químicos, muitas pesquisas estão sendo realizadas em busca de novas tecnologias de controle que tenham efeito carrapaticida nas populações já resistentes aos químicos, além disso, que não causem tantos danos ao meio ambiente, não gerem resíduos nos alimentos de origem animal e não provoquem a intoxicação do agente aplicador e dos animais.

**Palavras-chave:** Bovinocultura. Carrapato-do-boi. Resistência carrapaticida.

MATOS, Grace Kelly Rodrigues, **Métodos de controle do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: revisão de literatura**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2022. Orientador: Prof. Dr. Wendell Marcelo de Souza Perinotto.

### **ABSTRACT**

The tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* or "carrapato-do-boi", as it is popularly known in Brazil, is the ectoparasite with the greatest economic impact on national farming and cattle raising. With a monoxene cycle, this ectoparasite has the bovine as its main host, causing numerous direct and indirect damages to the cattle farmer and the animal. There are many measures used to control the tick inside the property, and through the use of acaricides, the chemical control is the world's most widely used, however, the indiscriminate use and without technical support of the acaricides have accelerated the resistance mechanism of ticks. In order to minimize the damage caused by the excessive misuse of chemical products, many researches are being carried out in search of new control technologies to have an acaricide effect on populations that are already being resistant to chemicals, furthermore, they should not cause so much damage to the environment, do not generate residues in food of animal origin and do not cause intoxication of the applicator agent and animals.

**Keywords:** Cattle raising. Cattle tick. Acaricide resistance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Macho e fêmea do <i>Rhipicephalus (Boophilus) Microplus</i> .....	16
Figura 2 - Ciclo biológico do <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> , ilustrando a fase de vida livre e de vida parasitária. ....	17
Figura 3 – Esquema da dinâmica populacional de <i>Rhipicephalus microplus</i> .....	19
Figura 4 - Banho carrapaticida por aspersão em um bovino infestado por <i>Rhipicephalus microplus</i> .....	22
Figura 5 - Aplicação de <i>pour-on</i> em bovino em bovino infestado por <i>Rhipicephalus microplus</i> .....	22
Figura 6 - Mapa da distribuição da resistência acaricida ao <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> .....	29
Figura 7 - Teste de imersão de adultos (TIA). Parte do biocarrapaticidograma para avaliação da eficácia de produtos acaricidas. (A) teleóginas do grupo controle (tratado com água), tiveram postura completa de ovos. (B) teleóginas do grupo tratado com produto químico (organofosforados), morreram sem realizar a postura dos ovos. ....	30
Figura 8 - Exteriorização de <i>Metarhizium sp.</i> sobre fêmea de <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> . A. vista ventral e B. vista dorsal.....	32
Figura 9 - Fêmeas de <i>Rhipicephalus</i> após infecção com <i>Metarhizium anisopliae</i> . A. hora de infecção, presença de conídios sobre a superfície do carrapato. B. 18 horas de infecção, formação de tubo germinativo e estrutura semelhante ao apressório. C. Entre 18 a 48 horas, penetração do fungo na hemocele. D. 48 e 72 horas, colonização do fungo sobre a superfície do carrapato. E. Entre o 4º e 5º dia, mortalidade das fêmeas com esporulação do fungo. F. Extrusão do micélio fúngico sobre o cadáver do carrapato.....	33
Figura 10 - Isolado de <i>Beauveria bassiana</i> CPAFRO 34.....	35

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AchE	Enzima Acetilcolinesterase.
Cepea	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada.
CNA	Confederação Nacional de Agricultura.
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
ESTs	Esterases.
GABA	Ácido $\gamma$ -Aminobutírico.
NCBI	National Center for Biotechnology Information.
Neps	Nematoides entomopatogênicos.
OL	Óleos Essenciais.
OP	Organofosforados.
PIB	Produto Interno Bruto.
SNC	Sistema Nervoso Central.
SNP	Sistema Nervoso Periférico.
TPB	Tristeza Parasitária Bovina.

## SÚMARIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
2	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	12
3	<b>OBJETIVOS</b> .....	13
3.1	Geral: .....	13
3.2	Específicos: .....	13
4	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
4.1	Importância econômica do carrapato <i>R. microplus</i> .....	14
4.2	Taxonomia e biologia de <i>R. microplus</i> .....	15
4.3	Relação parasito- hospedeiro e importância veterinária .....	19
4.4	Métodos de controle do Carrapato <i>R. microplus</i> .....	20
4.5	Controle químico .....	21
4.5.1	Organofosforados (OP) .....	23
4.5.2	Formamidinas .....	24
4.5.3	Piretroides .....	24
4.5.4	Lactonas macrocíclicas .....	25
4.5.5	Fenilpirazole .....	26
4.5.6	Benzoilfeniluréias .....	27
4.5.7	Resistência aos carrapaticidas (controle químico) .....	27
4.6	Teste de sensibilidade dos carrapatos aos carrapaticidas (biocarrapaticidograma) .....	29
4.7	Controle biológico .....	31
4.8	Controle Fitoterápico .....	36
4.9	Controle Homeopático .....	38
4.10	Vacinas .....	40
4.11	Animais resistentes .....	42
5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	44
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	45
6	<b>APÊNDICES</b> .....	57

## 1 INTRODUÇÃO

O carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* ou carrapato-do-boi, como é popularmente conhecido no Brasil, é um ectoparasito hematófago, teve sua origem no continente asiático e é distribuído geograficamente nos rebanhos bovinos da América, África, Ásia e Oceania (LEAL, 2003). Esta espécie é considerada importante vetor de agentes patogênicos para os bovinos. Sua capacidade de hematofagia permite sua adaptação à resposta imune do hospedeiro (SCHOOL et al., 2016). É um carrapato que possui ciclo de vida monoxeno, sendo assim, necessita de um único hospedeiro para completar seu ciclo biológico, tem o bovino como seu principal hospedeiro e depende de condições climáticas que podem variar de acordo a região e as estações do ano para completar seu desenvolvimento (MAPA, 2020; CALVANO, 2021).

Na pecuária brasileira, *R. microplus* é considerado um dos ectoparasitos mais prevalentes (PEÑA, 2015), ocasionando prejuízos econômicos de mais de nove bilhões de dólares anuais direcionados na queda da produção de leite, carne e morte dos animais parasitados (Empraba, 2019). Durante a fase parasitária do ciclo do hospedeiro causa perdas diretas e indiretas na cadeia produtiva como: ferimentos no couro dos animais, levando a reações alérgicas e estresse, compromete o ganho de peso, além de ser transmissor de agentes patogênicos (BISPO et al., 2020) que podem desencadear o complexo da Tristeza Parasitária Bovina (TPB).

Possui ciclo biológico curto (em torno de 21 dias), o que dificulta o seu controle, com alta taxa de oviposição, uma única teleógina consegue colocar aproximadamente 3.000 ovos (GEORGE et al., 2008). Seu controle é baseado no uso de carrapaticidas, no entanto, a falta de apoio técnico ao pecuarista associado ao uso intenso e indiscriminado, vem acelerando a crescente seleção de carrapatos resistentes a estes produtos (PESAMOSCA, et al., 2018) além disso, essa medida de controle causa danos ao meio ambiente, à saúde humana, aumento dos custos da propriedade e morte de organismos não alvos (BRESSAIN et al., 2020).

Visando diminuir os impactos causados pelo uso excessivo do controle químico, novas tecnologias de controle estão sendo estudadas como: controle biológico, fitoterápico, homeopatia, vacinas e a utilização de animais resistentes. O controle biológico baseia-se no uso de inimigos naturais da praga (VERÍSSIMO,

2013); a fitoterapia utiliza óleos e extratos obtidos de plantas com potencial acaricida; a homeopatia é fundamentada no conceito de “que o semelhante cura o semelhante” (RIBEIRO et al., 2015); as vacinas agem através da imunização por meio de antígenos (CUNHA et al., 2012; ANDREOTTI et al., 2012) e a utilização de animais resistentes permite o melhoramento genético. Vale ressaltar, que essas novas tecnologias, não tem o propósito de substituir o controle químico, mas sim ser utilizadas de maneira racional e integradas dentro do contexto de controle integrado de pragas.

## 2 JUSTIFICATIVA

Diante do atual cenário da pecuária brasileira, realizar uma revisão de literatura a cerca dos métodos de controle do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* e conhecer as novas tecnologias para esta finalidade são de fundamental importância, tendo em vista a problemática na cadeia produtiva de carne e leite, inclusive com a qualidade de produtos para consumo interno e para exportação, devido ao uso indiscriminado de carrapaticidas químicos deixando resíduos nesses alimentos, promovendo poluição ambiental, além de gastos com medicamentos em animais que adquirem doenças causadas por patógenos transmitidos pelo parasito no rebanho e em especial, a crescente resistência que vem sendo desenvolvido pelos carrapatos para os diversos produtos químicos, o que dificulta ainda mais seu controle.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral:**

Realizar uma revisão de literatura acerca dos principais métodos utilizados no controle do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* na bovinocultura.

#### **3.2 Específicos:**

Relatar os danos econômicos causados pela infestação do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, sua importância em Medicina Veterinária e os avanços das novas propostas para controle.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Importância econômica do carrapato *R. microplus*

O setor agropecuário exerce grande influência dentro da economia nacional, possui posição de destaque na produção de leite e carne, gerando renda direta e indiretamente para a população (CULLMANN et al., 2017). O Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), em parceria com a Confederação Nacional de agricultura (CNA), apontou que em 2020 o agronegócio brasileiro teve participação de 26,6% no Produto Interno Bruto (PIB) do país. Em valores monetários, o PIB nacional totalizou R\$ 7,45 trilhões no último ano, sendo que somente o departamento do agronegócio representou quase R\$ 2 trilhões, evidenciando sua importância na economia do Brasil.

No cenário mundial do mercado da carne, o Brasil é um dos mais importantes participantes, somente em 2020 o rebanho bovino brasileiro representou 14,3% do rebanho mundial, com 217 milhões de cabeças, sendo o maior rebanho comercial do mundo (ARAGÃO e CONTINI, 2021).

De acordo com a literatura, os animais *Bos indicus* (zebu) são mais resistentes aos carrapatos quando comparados aos *Bos taurus* (europeu). Essa susceptibilidade é um fator limitante na cadeia produtiva de leite, uma vez, que o rebanho europeu é responsável pela maior parte da produção de leite do país (NAGASHIMA e OLIVEIRA, 2009). Apesar de ainda possuir baixos índices de produtividade no Brasil o setor da bovinocultura de leite, representa uma atividade de grande importância econômica, uma vez que, a produção de leite e seus derivados além de serem destinados à alimentação humana, também geram empregos, sendo fonte de renda para o pequeno e o grande produtor (STRELOW, 2019). A produção brasileira ocupa o 5º lugar no ranking internacional da produção de leite (FAO, 2016), com uma produção estimada de 34,845 bilhões de litros de leite (IBGE, 2019).

Sendo assim, o estudo a respeito dos métodos de controle de *R. microplus* faz-se necessário, visto que, a sua presença no rebanho bovino pode desencadear diversos prejuízos econômicos em consequência da redução de produtividade, perda de animais, transmissão de doenças, resistência dos carrapatos e carrapaticidas, descarte da produção e dos riscos à segurança alimentar (ANDREOTTI et al., 2019). Portanto, controlar a infestação do carrapato dentro das

propriedades torna-se uma atividade essencial, visando o aumento da produção total e a rentabilidade do sistema, por assegurar maior retorno econômico.

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2019), os prejuízos gerados pelo carrapato contabilizam 9 bilhões de dólares por ano, com despesas que vão desde o uso de medicamentos, a perda de peso e até a morte de animais, que pode ocorrer especialmente pela TPB que tem como principal vetor o *R. microplus*. Somando-se o uso indiscriminado dos métodos de controle, esse valor tende a aumentar, uma vez, que quando não utilizados da maneira correta, o parasito adquire resistência contra os princípios ativos dos carrapaticidas, e também ao aquecimento global, que tem provocado o aparecimento do carrapato em regiões anteriormente não afetadas. A venda de produtos antiparasitários representa 29% do faturamento do mercado de produtos para saúde animal no Brasil, movimentando cerca de R\$ 5,9 bilhões de reais por ano (SINDAN, 2018), demonstrando o alto consumo destes no mercado nacional.

#### **4.2 Taxonomia e biologia de *R. microplus***

De acordo o *National Center for Biotechnology Information* (NCBI), o carrapato *R. microplus* (Figura 1) é um ectoparasito hematófago que recebe a seguinte classificação taxonômica:

Filo: Arthropoda;

Classe: Arachnida;

Subclasse: Acari;

Superordem: paraisitiformes;

Ordem: Ixodida;

Superfamília: Ixodoidea;

Família: Ixodidae;

Subfamília: Rhipicephalinae;

Gênero: *Rhipicephalus*;

Subgênero: *Boophilus*;

Espécie: *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.

**Figura 1** - Macho e fêmea do *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus*.



Fonte: Museu do Carrapato da Embrapa Gado de Corte, 2018.

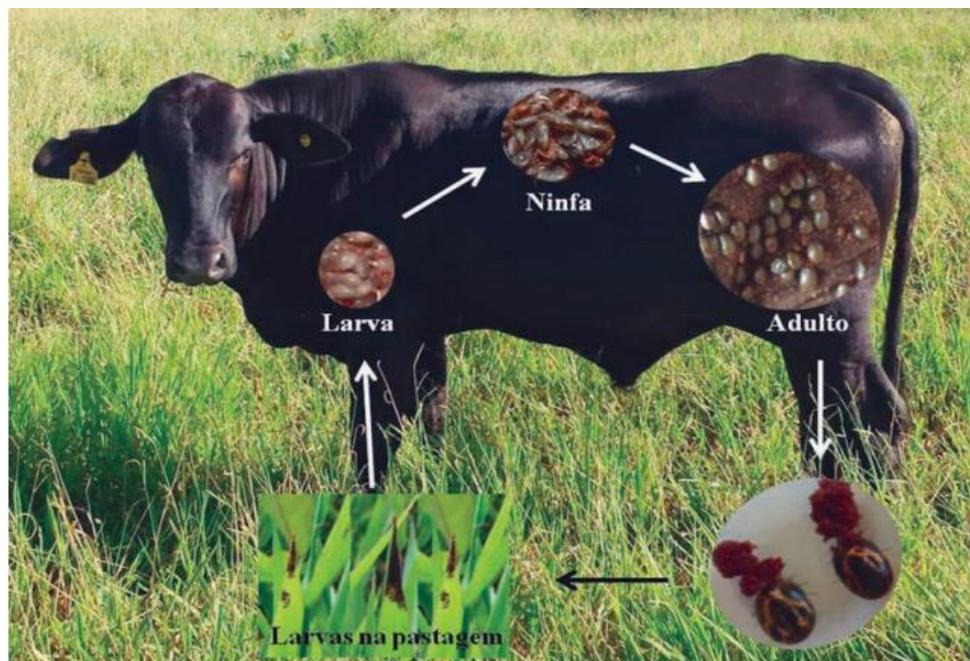
Em todos os estágios do parasito, há escudo dorsal bem quitinizado, este escudo ocupa todo o corpo dos machos e apenas um terço do corpo das fêmeas, larvas e ninfas. O carrapato possui uma abertura respiratória denominada de peritrema após o quarto par de patas, gnatosoma curto, o primeiro par de coxas bífido, peritrema circular e projeção caudal. Os machos possuem dois pares de placas adanais (MARTINS, 2019) e diferem das fêmeas no tamanho medindo cerca de 1,5 e 2 mm, enquanto as fêmeas medem entre 2,35 e 13 mm (quando ingurgitadas). Seu dimorfismo sexual é bastante acentuado, sua coloração varia entre castanha avermelhada e castanha com tons de marrom (AHID, 2009; KOLLER e MATIAS, 2016). Possui ciclo monoxeno, ou seja, necessita de apenas um único hospedeiro para completar seu ciclo de vida. Apesar de ser encontrado em equinos, ovinos e cervídeos que vivem no mesmo habitat que bovinos, *R. microplus* possui predileção por bovinos com preferência por *B. taurus* e os resultados de seus cruzamentos quando comparados ao *B. indicus* (VERÍSSIMO, 2020).

Seu ciclo de vida (figura 2) é dividido em fase não parasitária: período em que a fêmea completamente ingurgitada (teleógina) se desprende do bovino e cai na pastagem, e fase parasitária: período em que os carrapatos estão fixados no corpo hospedeiro. Os estágios evolutivos de desenvolvimento de *R. microplus* compreende: ovo, larva, ninfa e adulto (SONENSHINE e ROE, 2014). A fase não parasitária inicia-se no momento em que a fêmea ingurgitada se desprende do hospedeiro e cai ao solo, em busca de local apropriado para começar a postura de

ovos. Nesta fase, as condições ambientais como temperatura e umidade (27°C e 80%UR) exercem grande influência (MASTROPAOLO et al., 2017).

No solo, a fêmea copulada e ingurgitada inicia a pré-oviposição, período necessário para maturação e transformação do aparelho reprodutor feminino começar a oviposição. A duração deste período pode variar de dias até semanas, dependendo das condições climáticas, levando de 2 a 11 dias (VIEIRA, 2020).

**Figura 2** - Ciclo biológico do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, ilustrando a fase de vida livre e de vida parasitária.



Fonte: Vinicius da Silva Rodrigues, 2019.

Em seguida inicia-se a ovipostura, em consequência disto, a fêmea morre, deixando os ovos para incubação. Normalmente cada fêmea põe aproximadamente 3.000 ovos. Após o período de incubação, as larvas eclodem com três pares de pernas (hexápodas). É importante lembrar, que em ambos os períodos, elas podem sofrer variações devido às condições climáticas, sendo que, o frio pode prolongar o período de incubação. As larvas possuem coloração quase translúcida que é modificada com a exposição e contato com o ar, adquirindo coloração avermelhada. Ao passar por um curto período de quiescência, as larvas se dividem em grupos e sobem para as pontas das folhas de forrageiras à espera de um hospedeiro (ANDREOTTI et al., 2019).

Segundo Gauss e Furlong (2002), as larvas podem esperar por um hospedeiro na pastagem por mais de 80 dias. Ao encontrar um hospedeiro, as larvas se fixarão no mesmo, finalizando a fase não parasitária.

Pereira et al., (2008) observaram que, na primavera e verão, quando os meses são mais quentes, o tempo de desprendimento da teleógina até o surgimento de suas larvas na forragem é menor do que durante as estações de outono e inverno, tornando a fase não parasitária mais longa nos meses de temperaturas mais baixas.

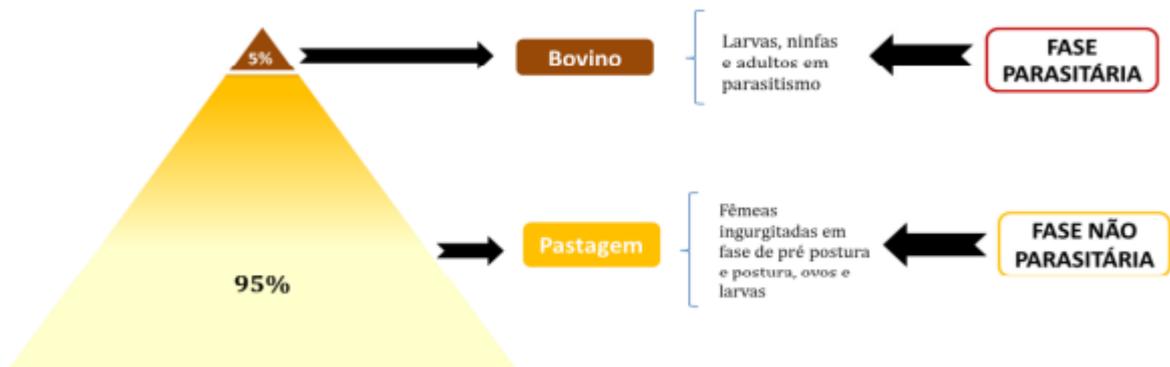
A fase parasitária abrange os estágios de larva, ninfa e adulto (SONENSHINE e ROE, 2014) e inicia-se com a subida e fixação da larva no hospedeiro (MARTINS; FURLONG; PRATA, 2005) e compreende em torno de 21 dias (GARCIA et al., 2019). Ao se instalarem no hospedeiro, geralmente são encontradas na região perineal, inguinal, abdominal, úbere, pescoço e orelha (ANDREOTTI et al., 2019) e a larva introduz seu aparelho fixador, chamado de hipóstomo, começa a se alimentar e a crescer (MARTINS; FURLONG; PRATA, 2005).

Em um período de aproximadamente 4 a 7 dias após a fixação das larvas, ocorre a mudança do estágio larval para o estágio de ninfa. As ninfas após um período de nove a dezesseis dias passam por uma nova ecdise tornando-se adultas e ocorre a diferenciação entre macho e fêmea. Diferente do macho, que permanece no bovino fecundando várias fêmeas por um período de até três meses, a fêmea após ser fecundada se alimenta até ingurgitar e em seguida se desprende do hospedeiro (MENDES, 2013), dando início a um novo ciclo.

É importante ressaltar que cerca de 95% da população de carrapatos, é encontrada no ambiente (figura 3), tanto na forma de larvas infestantes e de ovos, quanto nas fêmeas em pré-postura, sendo assim um único tratamento carrapaticida no hospedeiro atingirá somente os carrapatos que estão em fase parasitária naquele instante, surtindo efeito mínimo na população que se encontra no ambiente e dificultando o controle da infestação (FERRETO, 2013). Vale salientar ainda que, durante todo o tempo de parasitismo, as infestações por diferentes estágios normalmente se sobrepõem, sendo assim, as infestações com novas larvas podem ocorrer antes do desprendimento das primeiras fêmeas ingurgitadas, tornando constante a formação de novos adultos bem como o surgimento de novos descendentes nas pastagens (FACCINI e BARROS- BATTESTI, 2006), dificultando

o controle do parasito e reforçando a necessidade do conhecimento do ciclo de vida do *R. microplus* a fim de garantir um controle eficiente do mesmo.

**Figura 3** – Esquema da dinâmica populacional de *Rhipicephalus microplus*.



Fonte: Muller e Baker, 2003.

### 4.3 Relação parasito- hospedeiro e importância veterinária

A relação do parasito com o hospedeiro causa danos diretos e indiretos dentro da cadeia produtiva. Os danos diretos são consequências da ação direta sobre o mesmo. Um animal perde aproximadamente 1g de peso vivo e 10 mL de leite em vacas em lactação para cada carrapato ingurgitado (BRITO, 2010). Cada carrapato ingere de 1 a 3 mL de sangue para completar seu ciclo de vida em um animal. A espoliação sanguínea causada pela alta carga parasitária pode causar anemia e perdas de nutrientes no hospedeiro. A ingestão de alimento é reduzida devido à irritação causada pelos carrapatos, afetando diretamente a produção animal. Há também a desvalorização do couro pelos danos causados na pele e altas infestações predispõem a instalação de miíases. Todos esses fatores geram um grande impacto negativo sobre o peso, na produção de leite e na valorização do couro (FERRETO, 2013).

Nos danos causados de forma indireta destaca-se a inoculação de agentes patogênicos como os protozoários *Babesia bovis*, *B. bigemina* e a bactéria *Anaplasma marginale*, responsáveis pelo complexo da Tristeza Parasitária Bovina (TPB), capaz de levar vários animais à morte (MARTINS et al., 2005). Além disso,

devem ser consideradas as perdas econômicas relacionadas à mão-de-obra, despesa com instalações, compra de carrapaticidas na tentativa de controlar a infestação, equipamentos de suporte de aplicação dos mesmos e compra de medicamentos para tratamento dos animais que venham apresentar sintomatologia clínica (GRISI et al., 2014).

Como as condições climáticas do Brasil permitem o seu desenvolvimento a ano todo, logo encontrar métodos eficazes de controle são essenciais (MAPA, 2020), além disso, a absorção da toxina presente na saliva das fêmeas ingurgitadas pode causar paralisia no hospedeiro, principalmente se o parasito estiver alojado na cabeça ou próximo a ela, dentre outras enfermidades (MARTINS, 2019).

Os primeiros sinais clínicos de paralisia aparecem a partir do quarto dia em que os carrapatos estão ingurgitados, sendo facilmente encontrados nessa fase. Os ferimentos causados por suas peças bucais longas inflamam e posteriormente podem ser infectados com bactérias e atacados por moscas, causando miíases. Além de causar perda de sangue, dor, tumefação devido às feridas formadas pelas picadas, as doenças caracterizadas na fase aguda por febre, hemoglobinúria, anemia, icterícia e esplenomegalia resultam da absorção de suas toxinas (MARTINS, 2019).

#### **4.4 Métodos de controle do Carrapato *R. microplus***

Os métodos de controle visam diminuir a carga parasitária no hospedeiro e minimizar os impactos econômicos causados pelo ectoparasito. Para que esse controle seja realizado de forma eficaz, é importante o conhecimento acerca dos parâmetros biológicos dos estágios da fase de vida parasitária e não parasitária de *R. microplus* e a influência que os fatores climáticos exercem sobre seu ciclo biológico (SILVEIRA, 2014). Todavia, no Brasil não é recomendado o controle de 100% do carrapato, devido ao grande trânsito de animais e a dificuldade dos programas de assistência. Este risco sanitário ocorre devido à instabilidade enzoótica, por expor animais que tenham resposta imune frágil diante da TPB, caso o carrapato esteja ausente, durante um determinado período do ano (SANTOS, et al., 2019).

Dentre as estratégias existentes, o uso de carrapaticidas (controle químico) na forma de controle seletivo, no qual a aplicação do mesmo é realizada apenas nos animais com maior infestação, sem se preocupar em qual estágio de vida o parasito se encontra, é o mais difundido no Brasil (GOMES et al., 2016).

Na maioria das vezes, estes produtos são adquiridos no balcão de casas agropecuárias, ou por indicação de vizinhos, sem a realização de teste de sensibilidade de carrapatos aos carrapaticidas feitos por um laboratório de referência, além de não respeitar o intervalo necessário entre as aplicações. A realização do teste de sensibilidade fornecerá informações quanto ao perfil de resistência dos carrapatos para com as diferentes classes de carrapaticidas e a partir do resultado, o pecuarista poderá escolher o produto que será mais eficaz dentro da sua propriedade. Segundo Garcia et al. (2016), a falta de políticas públicas para o controle e vendas dos carrapaticidas facilita o uso indiscriminado e leva às tentativas fracassadas no controle do parasito.

Há muito tempo observa-se a necessidade de pesquisas em busca de métodos alternativos, seguros e eficientes de controle, que possam atuar de modo integrado com a pecuária (WILLADSEN, 2006), dado que, o uso recorrente dos carrapaticidas vem trazendo diversos prejuízos como: contaminação do meio ambiente, intoxicação das pessoas que aplicam nos animais, contaminação dos produtos de origem animal e em especial a aceleração do mecanismo de resistência nas populações de carrapatos (VERISSÍMO, 2015).

#### **4.5 Controle químico**

O controle químico está entre as primeiras estratégias desenvolvidas para o controle de carrapato no mundo e é o método mais utilizado até os dias atuais (PENÃ, 2017). De acordo com a literatura, as primeiras evidências do uso do controle químico tiveram início com uma formulação de arsenical em 1895, em uma fazenda, localizada em Queensland na Austrália, aplicado sob a forma de banho de imersão (ANGUS, 1996).

Os carrapaticidas químicos estão disponíveis comercialmente em diferentes formulações que podem ser utilizadas na forma de brinco impregnado, pulverizações

(figura 4), *pour-on* (figura 5) e injetáveis, para o tratamento de todos os animais, com a finalidade de controlar a infestação no rebanho (MAPA, 2020).

**Figura 4** - Banho carrapaticida por aspersão em um bovino infestado por *Rhipicephalus microplus*.



Fonte: Jhon Furlong, 2005.

**Figura 5** - Aplicação de *pour-on* em bovino em bovino infestado por *Rhipicephalus microplus*.



Fonte: Francisco Forte Nunes, 2011.

As atividades desenvolvidas para o controle geram grande desequilíbrio no ecossistema e se materializam em processos distintos na unidade de produção.

Dentre esses processos está o aparecimento de cepas ou populações de carrapatos resistentes (POLANCO-ECHEVERRY; RÍOS-OSORIO, 2016).

Nas últimas décadas diversas classes de acaricidas foram desenvolvidas. São elas: os organofosforados, formamidinas, piretróides, lactonas macrocíclicas, fenilpirazole e Benzoilfeniluréias. Cada classe apresenta um mecanismo de ação diferente, no entanto, a eficácia de cada uma delas é suscetível ao desenvolvimento de resistência (HIGA et al, 2016).

#### **4.5.1 Organofosforados (OP)**

Derivados do ácido fosfórico, os organofosforados foram criados em 1956, com o intuito de substituir os cloros orgânicos, que já apresentavam resistência em diferentes espécies de carrapatos e possuíam alto poder residual no ambiente (GEROGE et al., 2008). Os primeiros relatos de sua resistência sobre *R. microplus* no Brasil são da década de 60, no Rio Grande do Sul (ARTECHE et al., 1977).

Seu mecanismo de ação baseia-se na ação inibitória das enzimas Esterases (ESTs), especialmente a acetilcolinesterase (AChE) nas sinapses químicas (SILVA et al., 2012). A AChE é uma enzima que desempenha papel importante na degradação do neurotransmissor acetilcolina presente na fenda sináptica durante a transmissão do impulso nervoso. A administração dessa classe faz com que estes compostos se liguem ao sítio ativo da enzima, inibindo sua ação. Resultando no acúmulo de acetilcolina nos colinoceptores gerando elevado grau de toxicidade no organismo (GOLAN, 2009; KATZUNG, 2014).

Em estudo realizado por Reginato et al., (2017) na população de *R. microplus* no estado do Rio Grande do Sul, avaliou-se a associação de organofosforados juntamente com os piretroides (Cipermetrina, Cloripifós e Fentião) e obteve-se eficiência média de 95%. Acredita-se que esse resultado deve-se a presença do Fentião nesta associação, pois é um produto novo no Brasil, sendo assim as populações de carrapatos ainda não sofreram altas pressões seletivas para sua resistência. Entretanto, em pesquisa realizada na Bahia por Raynal et al., (2020) também utilizando organofosforados e piretroides (Diclorvós e Cipermetrina), não

obteve resultados satisfatórios e isso se deu ao fato destes compostos terem sido usados por um longo período expondo os carrapatos a alta pressão seletiva de resistência.

Além do alto grau de resistência desenvolvido pelos ectoparasitos, este grupo possui alto potencial de toxicidade (RAMÍREZ e LACASA, 2001), podendo ocorrer casos de intoxicação tanto do aplicador no momento da pulverização quanto do animal, visto que a enzima alvo AchE é encontrada em diversos animais, inclusive nos mamíferos (FUKUTO, 1990).

#### **4.5.2 Formamidinas**

Bases químicas implantadas no mercado na década de 1970, as Formamidinas foram criadas com o intuito de minimizar a crescente resistência causada pelos organofosforados. Possuem menor grau de toxicidade tanto para o animal quanto para os humanos, período residual de apenas 14 dias, essa característica permite intervalos maiores no período de tratamento e período de carência de 24 horas para bovinos de corte e 14 dias para bovinos de leite (ANDREOTTI et al., 2019). São metabolizadas em um composto denominado N-2, 4, - dimetilfenil N-metilformamidina, atingindo a postura dos ovos e é tóxico nas diferentes fases do ciclo biológico do carrapato principalmente na fase larval (HIGA, et al., 2015). Entretanto, seu mecanismo de ação ainda não foi muito bem elucidado e acredita-se que suas moléculas apresentam ação mimética à octapamina (neuromodulador), causando uma hiperestimulação das sinapses octopaminérgicas e levando a uma alteração nos mecanismos mediados pela proteína G, resultando em tremores e convulsão (JONSSON et al., 2018).

#### **4.5.3 Piretroides**

Os piretróides foram introduzidos no Brasil por volta de 1970. São produtos utilizados para o tratamento de carrapatos, em animais para abate e também nos animais de companhia, pessoas e no ambiente doméstico (PENÃ, 2017). A princípio foram criados com o composto piretrina, posteriormente foram desenvolvidos os

piretróides sintéticos, estes apresentam melhor estabilidade e efeito mais duradouro que as piretrinas, visto que são menos sensíveis à luz e ao ar (SODERLUND, 2002).

Quanto ao mecanismo de ação, os piretróides atuam em seus organismos alvo por contato ou ingestão. O efeito ocorre na excitabilidade neuronal com ação neurotóxica em especial em insetos e ácaros, mas também podem acometer mamíferos. Ao se ligarem a subunidade  $\alpha$  dos canais de sódio, induz a abertura dos canais e despolarização, permitindo assim a entrada contínua de sódio para o interior da célula mesmo depois do término da despolarização. Esta é seguida do fechamento dos canais de sódio (BURNS et al., 2013; DU et al., 2013). Esse conjunto de ações torna o processo de repolarização mais lento, levando a paralisia nervosa do Sistema Nervoso Central (SNC) e periférico (SNP) (SANTOS et al., 2007). Os piretróides oferecem uma forte atividade inseticida, baixa toxicidade aos mamíferos, efeito residual longo e maior disponibilidade no solo (FERRETO, 2013). Foram classificados com toxicidade moderada para os mamíferos, além de não acumularem no tecido (ANDREOTTI, et al., 2019).

#### **4.5.4 Lactonas macrocíclicas**

As lactonas macrocíclicas são conhecidas como ivermectinas, seu nome genérico (Peña, 2017). Este grupo químico é dividido em quatro subgrupos no Brasil Ivermectina, Abamectina, Moxidectina e Doramectina. Introduzido no Brasil por volta de 1979, este grupo de compostos a princípio era usado em ovinos como antiparasitário, possui atividades ecto e endoparasitárias, atuando no controle de carrapatos e nematóides (ANDREOTTI, et al., 2019). São derivados de produtos obtidos da fermentação de fungos actinomicetos do gênero *Streptomyces*. Elas possuem poder residual maior do que os piretróides e com espectro parasiticida mais amplo. (HIGA, et al., 2015).

Para este grupo, o mecanismo de ação é baseado na abertura dos canais de cloro mediados por Ácido  $\gamma$ -Aminobutírico (GABA), mediando à entrada desses íons, provocando paralisia do parasito (CAMPBELL, 2012).

Pereira (2009) realizou estudo utilizando os diferentes grupos de Avermectinas e um grupo controle em bovinos infestados artificialmente com *R. microplus*. Encontrou-se eficácia de até 80,20%, para Abamectina, 82,50% para Ivermectina e 95,98% para Doramectina, sugerindo que mesmo carrapaticidas pertencentes ao mesmo grupo possuem variação na taxa de resposta ao controle de parasitos.

A via de administração mais utilizada é a injeção subcutânea e uso de tratamento oral para tratamentos específicos de endoparasitas (ANDREOTTI et al., 2019). A injeção subcutânea apresenta maior segurança para o aplicador, quando comparado com as outras bases químicas onde a aplicação baseia-se na pulverização. Porém ainda há contaminação ambiental, visto que o animal submetido a tratamento à base de lactonas excreta resíduos na urina e fezes (GONZÁLEZ-CANGA, A. et al., 2009).

#### **4.5.5 Fenilpirazole**

Classe química representada pelo Fipronil. Seu uso na medicina veterinária teve início em 1990 (SIMON, 2015). Inicialmente, o Fipronil era utilizado no controle de pragas agrícolas e outros insetos, contudo pode causar interferência no controle de *R. microplus* e levar a um processo de resistência do composto (JANER et al., 2010). Apresenta restrição em vacas no período de lactação e é encontrada especialmente na forma de *pour-on* de ação sistêmica (SIMON, 2015).

O Fenilpirazole age bloqueando a ação do GABA, agindo como neurotransmissor inibidor levando a hiperexcitação por meio dos canais de cloro (BLOOMQUIST, 1993; COLE et al., 1993). Produz um metabólito denominado de Fipronil sulfona, tóxico para os mamíferos (GUNASEKARA et al., 2007). O uso dessa classe química deve ser analisado quanto à relação custo-benefício, visto que a maior parte dos Fenilpirazoles disponíveis no mercado possui preço mais alto quando comparado às outras bases químicas, além de ser um produto que não deve ser usado em animais produtores de leite para consumo humano (PEREIRA et al., 2008).

#### 4.5.6 Benzoilfeniluréias

Os Benzoilfeniluréias são carrapaticidas representados pelo Fluazuron. Eles atuam como inibidores de crescimento e seu mecanismo de ação é baseado na inibição da produção de quitina, que é um aminopolissacarídeo que participa de reações enzimáticas que convertem diferentes açúcares. Seu efeito sobre o desenvolvimento dos artrópodes foi descoberto em 1970, mas somente em 1994 que o Fluazuron foi introduzido no mercado para uso nos animais (GAUDÊNCIO, 2017).

Diferente das outras bases químicas citadas, a molécula de Fluazuron impede que o parasito cresça e mude de fase, impossibilitando sua reprodução e atuando no controle populacional. Não podem ser utilizados em animais lactantes. Sua metabolização ocorre por meio da circulação sistêmica e é aplicado por meio de *pour-on* (CATTO et al. 2010).

Apresenta alta especificidade, baixa toxicidade nos mamíferos, efeito prolongado e demonstra potencial residual. Sua ação acontece na fase de mudança de larva para ninfa, sendo assim, irá interromper o ciclo biológico do *R. microplus* (GRAF et al. 2004).

Segundo Coelho et al. (2015), a associação do Fluazuron com o grupo das Ivermectinas aplicados por via *pour-on* em níveis experimentais apresentam bons índices no controle do carrapato.

#### 4.5.7 Resistência aos carrapaticidas (controle químico)

O controle efetivo do carrapato por meio do controle químico realizado com os grupos citados acima tem encontrado dois grandes impasses: o rápido desenvolvimento de resistência ao princípio ativo e a preocupação da sociedade e dos órgãos governamentais com os resíduos de origem animal (CHAGAS, 2004).

A resistência desenvolvida pelo carrapato devido o uso excessivo de produtos químicos é definida como capacidade adquirida por indivíduos de uma determinada população de parasitos permitindo que estes sobrevivam as aplicações dos produtos químicos que normalmente seriam letais (DONG et al., 2014). O carrapaticida ao ser

usado de forma intensa provoca uma forte pressão de seleção eliminando indivíduos sensíveis sendo um agente de seleção importante (REZENDE, 2016).

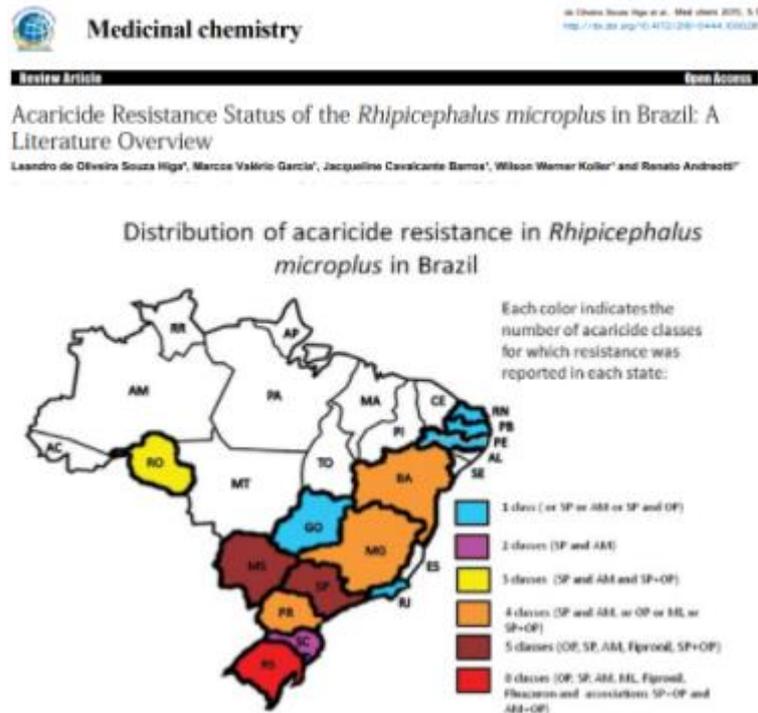
Dentre as causas para o desenvolvimento do processo de resistência em algumas regiões, destaca-se o uso indiscriminado dos carrapaticidas no controle do *Haematobia irritans* (mosca-dos-chifres) (FARIAS. et al, 2008), estando possivelmente associado aos tratamentos supressivos realizados, contribuindo ao aumento da pressão seletiva, que atrelado à elevada ação residual e presença das formulações no mercado há alguns anos, favorece o surgimento de cepas resistentes aos produtos químicos existentes (MARTINS, 2006).

O mecanismo de resistência ocorre como uma forma de adaptação, na qual os indivíduos que sobrevivem ao tratamento têm a capacidade fenotípica e/ou genotípica contra o efeito tóxico dos produtos (MAPA, 2020).

Em revisão realizada por Abbas et al. (2014), perceberam a existência de três tipos de resistência: (1) resistência adquirida, (2) resistência cruzada e (3) resistência múltipla. A resistência do tipo (1) é resultado da diminuição hereditária em se ter sensibilidade aos fármacos com o passar do tempo. O tipo (2) é o compartilhamento da resistência entre as diferentes classes de carrapaticidas com um modo de ação parecido, e por fim o tipo (3) onde há a resistência de mais de uma droga, mesmo que apresentem modos de ação distintos. A resistência uma vez instalada em uma população de carrapatos a um determinado princípio ativo será também instalada em outros produtos da mesma família ou até mesmo de uma classe química de forma irreversível, impossibilitando o seu uso em gerações posteriores, com exceção pra o grupo das Formamidinas, que, após alguns anos sem utilização, adquire a reversão da resistência, com nova possibilidade de ser usada no mesmo rebanho (FURLONG, 2005; FURLONG et al., 2007).

O cenário atual do Brasil quanto o mecanismo de resistência é preocupante, uma vez que, já existem populações de carrapatos que apresentam resistência a mais de seis produtos das classes acima citadas (MAPA, 2020).

**Figura 6** - Mapa da distribuição da resistência acaricida ao *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.



Fonte: HIGA et al. (2015).

Devido à perda gradual da eficácia dos carrapaticidas e em busca de diminuir os prejuízos advindos do uso desenfreado dos mesmos, os pesquisadores nos últimos anos têm buscado novos meios de controle, entre eles estão: controle biológico, fitoterápico, homeopático, vacinas e utilização de animais resistentes (REGINATO et al., 2017). Estes métodos alternativos podem ser empregados de maneira integrada ao convencional, em busca de diminuir o uso excessivo dos produtos químicos (MARCIANO et al., 2013; SIMI, GARCIA e RODRIGUES, 2019; FERNANDEZ et al., 2020).

#### 4.6 Teste de sensibilidade dos carrapatos aos carrapaticidas (biocarrapaticidograma)

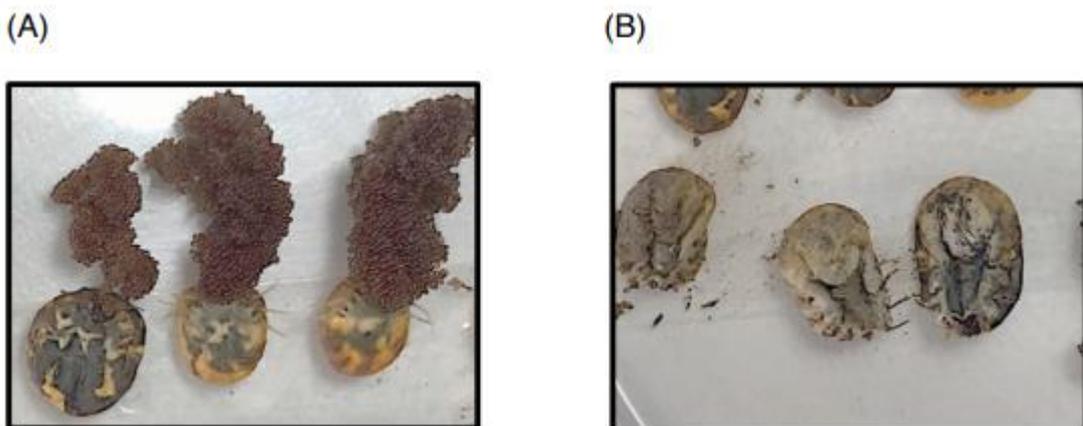
O Biocarrapaticidograma é um teste realizado em laboratórios para avaliar o nível de sensibilidade da população de carrapatos existentes nas propriedades aos

carrapaticidas utilizados, demonstrando a eficácia referente às diferentes classes químicas, sinalizando se há ou não desenvolvimento de resistência do parasito para com os produtos utilizados (ANDREOTTI et al., 2019).

O teste é realizado com o uso de fêmeas teleóginas adultas (MAPA, 2020), recomenda-se que para a coleta das fêmeas deixe dois ou três animais da propriedade sem tratamento carrapaticida por no mínimo 25 dias, caso o tratamento utilizado na fazenda seja por meio de banho de aspersão, ou 35 dias, se for usado *pour – on* ou injetável. Este período sem tratamento é indicado para garantir que os carrapatos que serão enviados para o laboratório não tenham resíduos dos produtos químicos (PRATA e OLIVEIRA, 2019).

É realizado através do Teste de imersão de adultos (TIA) (figura 7), complementado com a taxa de eclodibilidade, para calcular a eficiência dos produtos. Recomenda-se que o teste seja feito anualmente para avaliar o controle do parasito na propriedade (MAPA, 2020).

**Figura 7** - Teste de imersão de adultos (TIA). Parte do biocarrapaticidograma para avaliação da eficácia de produtos acaricidas. (A) teleóginas do grupo controle (tratado com água), tiveram postura completa de ovos. (B) teleóginas do grupo tratado com produto químico (organofosforados), morreram sem realizar a postura dos ovos.



Fonte: MAPA (2020).

O resultado demora de 35 a 40 dias para ficar pronto. É importante mencionar que estes resultados possuem validade apenas para propriedade onde foram coletadas as teleóginas, não podendo ser referência para outras propriedades (PRATA e OLIVEIRA, 2019).

#### 4.7 Controle biológico

Os estudos sobre o controle biológico de *R. microplus* têm crescido nos últimos anos devido o aumento da resistência para com os carrapaticidas além do impacto ambiental que seus resíduos geram (ANDREOTTI et al., 2019). Diante desse fato, a utilização de inimigos naturais pode ser uma alternativa eficaz no combate contra o carrapato (SILVA et al., 2018). A atividade de controle biológico tem como finalidade utilizar predadores ou patógenos com capacidade de reduzir a presença do parasito no hospedeiro e mantê-los em níveis aceitáveis, sem causar danos no rebanho (ZARA, et al., 2016).

Dentre os controladores naturais de *R. microplus* têm-se os fungos, bactérias, nematódeos, roedores e aves. Com destaque para o uso de fungos entomopatogênicos como *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*, e nematoides entomopatogênicos (Neps) como *Heterorhabditis* e *Sterneinema* (VERISSÍMO, 2013). O uso de fungos e Neps, com capacidade de produzir doenças em insetos no controle biológico, são interessantes, pois apresentam compatibilidade com diversos carrapaticidas, podendo fazer a associação entre eles e são seguros para os animais vertebrados (MONTEIRO e PRATA, 2015).

No Brasil existem 84 bioinseticidas biológicos registrados, 60% são formulados à base de fungos entomopatogênicos, em especial *M. anisopliae* e *Beauveria*. Esses patógenos apresentam papel importante no controle biológico de pragas agrícolas no país. O uso de *M. anisopliae* representa o maior programa de controle microbiano do mundo (MASCARIN et al., 2019) devido à sua capacidade de causar doenças em níveis epizoóticos na população de artrópodes (MASCARIN e QUINTELA, 2013).

O *Metarhizium anisopliae* é um fungo deuteromiceto filamentoso (ROBERTS, 2004), pertence a classe *Sordariomycetes*, ordem *Moniliales* e família *Moniliaceae*

(ALVES, 1998), apresentam conídios uninucleados, hialinos ou levemente corados. Ele é formado a partir de conidióforos simples, suas fiálides são clavadas ou cilíndricas e desenvolvidas a partir do vértice das hifas (DRIVER et al., 2006). Normalmente tem coloração esverdeada quando esporula sobre os cadáveres de seus hospedeiros ou em meio de cultura (BISCHOFF et al., 2009).

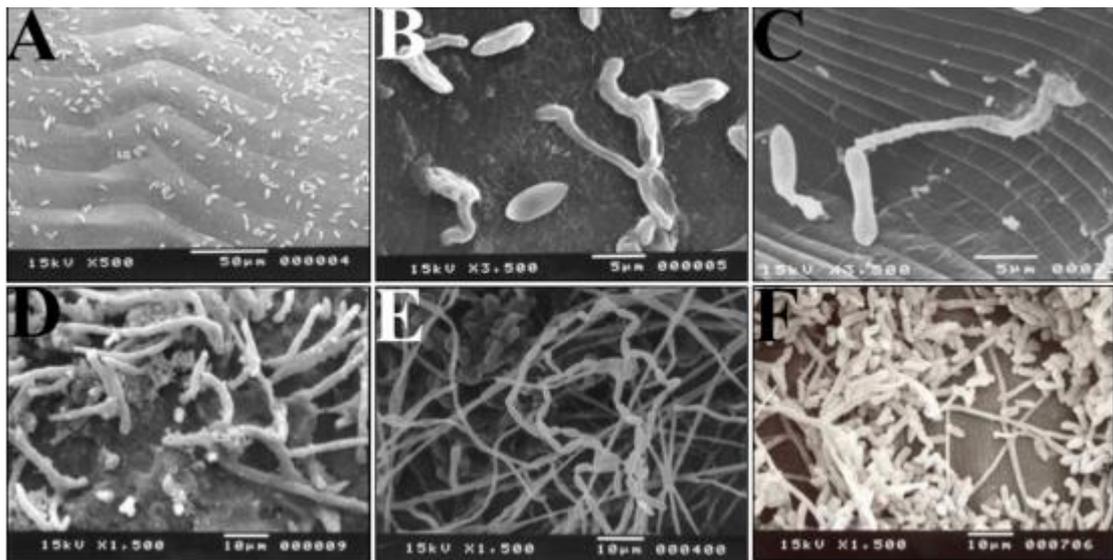
O mecanismo da infecção por este acontece via cutícula, por meio de um conjunto de processos que envolvem fatores químicos e mecânicos (SAN AW e HUE, 2017). De início haverá a fixação dos conídios à cutícula, em seguida ocorre à germinação e formação de um tubo germinativo; a dilatação da extremidade do tubo origina o apressório, que libera algumas enzimas como lipases, proteases e quitinases, responsáveis pela degradação da cutícula do carrapato. Posteriormente ocorre a penetração da hemocele, a colonização da hemolinfa pelos conídios é iniciada, e gera alterações proteicas e lipídicas que resultam na exaustão dos nutrientes e morte do parasito, seguida da extrusão e esporulação fúngica no hospedeiro (figura 6) (SANTI et al., 2010; SANJAYA, OCAMPO e CAOILI, 2013; PERINOTTO et al., 2014). As fases da infecção podem ser visualizadas na figura 7.

**Figura 8** - Exteriorização de *Metarhizium sp.* sobre fêmea de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. A. vista ventral e B. vista dorsal.



Fonte: Bernadi et al. (2018).

**Figura 9** - Fêmeas de *Rhipicephalus* após infecção com *Metarhizium anisopliae*. A. hora de infecção, presença de conídios sobre a superfície do carrapato. B. 18 horas de infecção, formação de tubo germinativo e estrutura semelhante ao apressório. C. Entre 18 a 48 horas, penetração do fungo na hemocele. D. 48 e 72 horas, colonização do fungo sobre a superfície do carrapato. E. Entre o 4º e 5º dia, mortalidade das fêmeas com esporulação do fungo. F. Extrusão do micélio fúngico sobre o cadáver do carrapato.



Fonte: Garcia, Monteiro e Szabó (2004).

Quinelato et al. (2012), em um estudo experimental, apontaram que após 20 dias do tratamento de fêmeas com formulações de *M. anisopliae* houve mortalidade de 100% de larvas, demonstrando que no estágio larval pode haver maior susceptibilidade à ação do fungo. Segundo os autores, esses resultados representam grande relevância, uma vez que, a maior dificuldade nos tempos atuais é o controle da fase ambiental do parasito.

Recomenda-se que seja aplicado no final da tarde a partir das 17 horas, quando há menor incidência de raios ultravioletas e de preferência após as chuvas (TONUS, 1999). Dentre as vantagens do uso do *M. anisopliae* no controle de *R. microplus* está a facilidade de sua produção, fácil aplicação no campo, redução de custo e sobretudo a redução do impacto ambiental (ORLANDELLI, R. C.; PAMPHILE, J. A. 2011). No entanto, é importante observar aspectos como ecologia da espécie do parasito, considerando que os fatores edafoclimáticos podem interferir

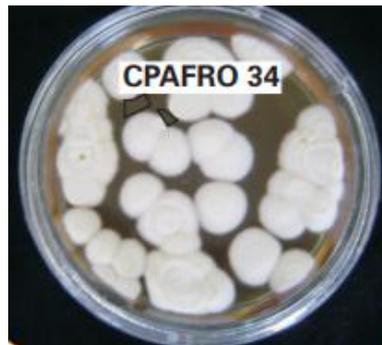
no sucesso do controle biológico (ANDREOTTI et al., 2019). Zimmermann (2007) traz que, em altas temperaturas, o fungo pode ser inativado antes do contato com o hospedeiro, como também pode reduzir ou acelerar o crescimento dentro do inseto. Entretanto, que em baixas temperaturas, pode ocorrer a redução ou até mesmo impedir a germinação e crescimento do fungo, comprometendo assim o processo de infecção no hospedeiro. A observação da seleção dos fungos isolados para controle e produção em laboratório é importante, visto que são fatores essenciais à eficácia do mesmo no campo (ANDREOTTI et al., 2019).

Camargo et al., (2016) ao realizar testes de estábulo e a campo com 18 bovinos mestiços das raças Holandesa e Gir, mostrou que a formulação oleosa de Metarril SP Organic® demonstra potencial para biocontrole do carrapato em bovinos. No entanto, acredita-se que são necessários estudos mais longos, para se estabelecer o protocolo ideal de tratamento com este produto. Em experimento realizado com 30 bovinos da raça Angus infestado naturalmente com *R. microplus* utilizando dois tratamentos de Metarril SC Organic® pontuou que a associação do produto ao óleo mineral pode ser mais eficaz no controle do parasito do que quando usados isoladamente, e que esta associação mostra potencial para o controle biológico do mesmo em condições de campo. Acredita-se que formulações à base de óleos agem como proteção ao fungo, em especial contra a radiação UV-B e umidade, bem como, confere uma maior adesão dos conídios na superfície do carrapato (MARCIANO et al., 2013; CAMARGO et al., 2016). Nogueira et al. (2020) demonstrou que o uso de produtos comerciais de *M. anisopliae* à base de óleo Metarril SC® tem bons resultados em todos os estágios do *R. microplus*, em teste realizados *in vitro*. Ao avaliar o aumento da atividade proteolítica dos intestinos de carrapatos tratados com o fungo, notou-se que o mesmo tem alto potencial para controle do *R. microplus* (SILVA et al., 2018).

Em experimento desenvolvido por Pereira (2021) com condições seminaturais no recôncavo da Bahia, foram observados bons resultados no controle da fase não parasitária, quando as formulações de *M. anisopliae* foram aplicadas no solo e na gramínea, notou-se sua patogenicidade sobre as fêmeas ingurgitadas de *R. microplus*, demonstrando também que o tratamento com formulação oleosa apresenta maior percentual de controle do número de larvas infestantes.

O fungo *B. bassiana* possui coloração esbranquiçada ou amarelada (figura 10), caracteriza-se por infectar diversos hospedeiros, atacando cerca de mais de 700 espécies de artrópodes (IMOULAN et al., 2017). O fungo entra no parasito e age rompendo todas as suas camadas de cutícula, em seguida, atinge a hemolinfa, e passa a se nutrir e formar substâncias tóxicas ao inseto (VALERO-JÍMENEZ et al., 2014). A inoculação dos conídios deste fungo altera a resposta celular das fêmeas totalmente ingurgitadas de *R. microplus*, acarretando a diminuição da quantidade de hemócitos (FREITAS et al., 2015), que são as células do sistema imune dos artrópodes atuantes nos processos de fagocitose, encapsulação e coagulação (SILVA et al., 2014).

**Figura 10** - Isolado de *Beauveria bassiana* CPAFRO 34



Fonte: José Nilton Medeiros Costa, 2010.

O uso do Baubassil®, linhagem comercial de *B. bassiana*, demonstrou ser uma boa alternativa para o controle do carrapato e sua ação pode ser potencializada de acordo com as condições climáticas do local aonde o rebanho se encontra (RIVERA et al.; 2018).

Os Neps possuem capacidade de se associarem a diferentes espécies de insetos que atuam como pragas agrícolas de importância, causando-lhes morte, deste modo, são agentes de biocontrole com grande potencial, além de possuir fácil produção em massa e isenção de registro de junto aos órgãos competentes (LEITE, 2015). *Heterorhabditis* e *Sterneinema* são os gêneros de Neps de destaque, uma vez, que podem ser criados em incubadoras e prontamente aplicados em situações de campo (KAYA e GAUGLER, 1993; YE et al., 2018), eles atuam liberando

patógenos na hemocele do carrapato, desencadeando rápida septicemia e consequente morte do parasito (MONTEIRO e PRATA, 2015). Seu efeito dependerá do tempo de permanência da formulação no corpo do parasito e sua eficácia diminuirá, quando aplicados em solução aquosa. Sendo assim, a combinação dos Neps com óleos essenciais pode ser uma boa alternativa, porque o tempo de contato e o tipo de óleo são fatores fundamentais para aumentar o controle de eficácia (BOLAÑOS et al., 2019).

A seleção do tipo de formulação que será usado é fundamental para garantir o sucesso do biocontrole e depende da forma de aplicação, do patógeno e dos artrópodes envolvidos. As formulações podem ser: pó molhável, pó de contato, grânulos solúveis em água, iscas, suspensão concentrada, suspensão emulsionável e de ultrabaixo volume (FARIA; WRAIGHT, 2007).

#### **4.8 Controle Fitoterápico**

O uso de plantas para fins medicinais é datado desde o Antigo Egito. Sabe-se que o Brasil possui uma biodiversidade vegetal imensa e pouco explorada, sendo que apenas 1% foi estudada de forma química e farmacológica. Nesse contexto, o estudo sobre as propriedades das plantas e o seu potencial medicinal faz-se necessário para o desenvolvimento de novos produtos fitoterápicos que auxiliem no controle de ectoparasitos (BARATA, 2005). Existem diversas espécies de plantas da flora brasileira, que são utilizadas em programas de controle de pragas em busca de minimizar o uso dos produtos convencionais (ALVES et al., 2014).

Adquiridos a partir dos recursos renováveis, os compostos fitoterápicos possuem um desenvolvimento mais lento de resistência devido à presença de diversos agentes com diferentes mecanismos de ação, degradam mais rápido, não geram efeito no organismo não alvo e apresentam toxicidade baixa para os mamíferos, como também confere menor contaminação ambiental e aos alimentos (BORGES et. al, 2011). Quando utilizado nos sistemas convencionais de produção como parte da tática no controle de parasitoses, podem ampliar a vida útil dos produtos químicos existentes, evitando o surgimento de cepas resistentes (VIEIRA, 2008).

Os óleos essenciais (OE) são líquidos de alta concentração extraídos de plantas aromáticas. A técnica de extração desses óleos, é feita por meio da destilação por arraste a vapor, onde o vapor extrai os óleos essenciais da planta e posteriormente é condensado (APTA, 2019), são considerados como uma boa alternativa para o controle do carrapato, com potenciais efeitos positivos sobre os compostos sintéticos (LIMA et al., 2018). Além das propriedades biológicas vegetais, os OEs têm propriedades de biodegradação de fácil obtenção e segurança ambiental, em comparação com os compostos sintéticos, o que favorece seu estudo (SINGH e PANKEY, 2018).

Em estudo avaliando os OEs extraídos dos rizomas de *Curcuma zedoaria* (açafraão), da *Alpinia zerumbet* (Cardamomo) e das folhas e inflorescências da *Lippia Alba* (erva-cidreira-brasileira), obtiveram resultados positivos com o óleo do açafraão e da erva-cidreira-brasileira, agindo sobre as larvas e fêmeas ingurgitadas, causando letalidade de 100% nas larvas expostas a concentração de 25 mg/mL, podendo ser considerado um bioinseticida com potencial para estudos mais detalhadas. Enquanto que o OE da *A. zerumbet* não causou morte nem mesmo das larvas (CHAGAS et al., 2016; BRESSANIN et al., 2021).

Villareal (2017), ao avaliar a atividade acaricida do óleo essencial de *Cuminum cyminum* (cominho), obteve excelentes resultados (100%) em teste realizado *in vitro* em fêmeas ingurgitadas de *R. microplus* na concentração de 100 mg/ml. Esse resultado deve-se ao alto teor de compostos biodegradáveis bioativos deste óleo. No entanto, estudos *in vivo* devem ser realizados para comprovar sua eficácia.

Castro et al. (2016) avaliaram os extratos etanólicos de *Pilocarpus microphyllus* (Jaborandi) e o cloridato de pilocarpina, e observaram resultados satisfatórios sobre as larvas de *R. microplus* e em fêmeas ingurgitadas, sugerindo a possibilidade do uso desses extratos como bioinseticidas.

Segundo Marchesin et al. (2021), os OEs extraídos da *Cinnamomum zeylanicum* (canela), obtido por meio da destilação a vapor do caule da planta e *Eremanthus erythropappus* (candeia), obtido pela destilação a vapor da casca da planta apresentaram boa resposta acaricida nas larvas não alimentadas e fêmeas

ingurgitadas do *R. microplus*, reduzindo significativamente a viabilidade dos ovos. Enquanto o acetato de cinamila, composto extraído do *C. zeylanicum* demonstrou baixa atividade acaricida, indicando que determinados compostos vegetais podem atuar no controle de parasitas como carrapatos.

O *Eucalyptus spp.* (eucalipto) possui efeito antibacteriano, fungicida, acaricida entre outros (JAIME, 2019). O extrato hidroalcolico e o óleo puro obtidos desta planta possuem atividade repelente e inseticida. Sua ação no *R. microplus* pode ocorrer tanto na fase de oviposição bem como na fase larval (OLIVEIRA e PEDRASSANI, 2017.; GALLI. et al, 2018).

Tsai et al. (2012) testaram o uso do *Allium sativum* (alho) como alternativa no controle fitoterápico, pois atua na promoção da saúde do produtor, bem como do animal e substituindo os produtos químicos, colabora na conservação da biodiversidade local. Seu princípio ativo a alicina possui potencial terapêutico, exercendo atividade imunoestimulante, anticancerígenas, possui agentes hepatoprotetores, antioxidantes, antivirais, antifúngicos e antiparasitários. Acredita-se que a alicina age de forma eficaz no controle de infestações causadas por carrapatos (MARTINS et al., 2016; ÁVILA et al, 2020). Pesquisas realizadas com o produto comercial Attack plus® (alho desidratado) obteve-se bons resultados. Sua eficácia foi observada *in vitro* nos testes realizados, onde houve a ovipostura dos parasitos, no entanto, os ovos não eclodiram (ALMEIDA et al., 2021).

O controle fitoterápico tem contribuído positivamente na promoção de saúde dos bovinos, bem como para a preservação do meio ambiente e menor impacto relacionado a custos para aos criadores (SIQUEIRA et al., 2020).

#### **4.9 Controle Homeopático**

O termo homeopatia é originado do grego: *homeos* (semelhante); *pathos* (moléstia) (PIRES, 2005) é um ramo da medicina surgido no século XVIII através dos estudos do médico alemão Samuel Hahnemann. Baseia-se no conceito de que “o semelhante cura o semelhante” (RIBEIRO et al., 2015). A homeopatia é uma terapia alternativa e holística, ela parte do princípio de que a doença é um

desequilíbrio da energia vital do indivíduo, que manifestará esse desequilíbrio através dos sintomas. Seu medicamento provoca um estímulo, acionando as forças de cura do próprio organismo e estimulando seus mecanismos de defesa. Reestabelecendo o equilíbrio interior e promovendo a cura (GRAMS, 2019). O uso da terapêutica homeopata no controle de carrapatos é interessante, pois é uma atividade que não produz resíduo, não causa contaminação, reduz a aplicação de carrapaticidas, retardando o desenvolvimento de resistência. Sua ação pode interferir no ciclo de vida do parasito, diminuindo o número de teleóginas, taxa de oviposição e eclosão (BRACCINIE et al., 2019; GEMELLI e PEREIRA, 2018).

A terapia homeopática vem crescendo no rebanho brasileiro, pois é uma alternativa composta por produtos de origem animal, livre de resíduos contaminantes, podendo ser utilizada no tratamento e controle de infestações de parasitos, verminoses, mastites, dermatites, intoxicações, distúrbios reprodutivos, imunodeficiências, entre outras (PAZ; PAZ; SANTANA, 2021).

Em experimento realizado por Dalprai Paz, Paz e Santana (2021), utilizando a formulação do medicamento homeopático em pó Endecthon®, obtiveram bons resultados no processo reprodutivo e no ciclo de vida do carrapato, diminuindo assim, a infestação nos animais e nas propriedades.

Em pesquisa realizada por Paixão et al., (2021) comparando produtos organossintéticos (Clorfenvinfós e Ivermectina), fitoterápicos ( óleo de eucalipto e torta de Neem) e homeopático (Complexo Nux Vômica, Enxofre e *Staphisagria* e Nosode). No grupo tratado com a preparação homeopática a taxa de infestação foi 21, 4% menor do que o grupo controle. Os autores relatam que este foi o primeiro estudo de campo que demonstrou aumento do ganho de peso e redução do parasitismo de *R. microplus* em bovinos com uso de medicamento homeopático. Estes resultados provavelmente estão ligados à nova metodologia na escolha do medicamento homeopático, no qual foi levada em consideração a adaptação da metodologia preconizada por Hahnemann (Hahnemann, 1995).

O fornecimento do preparado homeopático pode ser: no sal, na água ingerida pelos animais e pulverização manual (RIBEIRO et al., 2015).

#### 4.10 Vacinas

Os primeiros estudos a cerca da produção de vacinas no controle estratégico de carrapatos em bovinos foram realizados por um grupo de estudiosos na Austrália, no qual foi descoberto o antígeno Bm86 extraído das células intestinais do *R. microplus* (PENÃ, 2017). A proteína Bm86 é conhecida como antígeno oculto, ou seja, que não é apresentado ao sistema imune do hospedeiro enquanto o carrapato se alimenta (NDAWULA, 2019). Essa característica proporciona vantagem para o desenvolvimento das vacinas, uma vez que como estes antígenos não estão em contato com o hospedeiro, dificultando o desenvolvimento dos mecanismos de evasão da resposta imune para os anticorpos direcionados contra este antígeno (PENÃ, 2017).

A produção de vacinas é importante, pois são agentes não tóxicos, demandam menor custo e o desenvolvimento de carrapatos resistentes à elas ocorre de forma mais lenta, quando comparados aos produtos químicos (WILLADSEN, 2004). No entanto, sua produção possui algumas limitações: (1) apesar de serem capazes de diminuir as aplicações dos carrapaticidas nos rebanhos, elas não são capazes de eliminar completamente a utilização dos mesmos (VARGAS et al, 2010); (2) a vacinação com a Bm86 induz diferentes níveis de proteção, o que pode estar ligada à heterogeneidade da sequência da proteína diante das diferentes cepas de *R. microplus* conforme a área geográfica (GARCÍA-GARCÍA et al, 2000); (3) seus resultados só podem ser observados depois de alguns meses do início do esquema vacinal, o que leva ao desestímulo do produtor em fazer seu uso e (4) a imunidade promovida é pouco duradoura, cerca de 6 meses (DE LA FUENTE, J. et al, 2007).

Quanto à ação das vacinas, acredita-se que os anticorpos sejam capazes de interferir na função das proteínas teciduais que interagem com elas. Por conseguinte, dependendo do papel da proteína do carrapato, a vacina poderá afetar diferentes parâmetros biológicos, atuando na redução do número de carrapatos ingurgitados, ingestão de sangue, número e viabilidade dos ovos e período de ingurgitamento (NDAWULA, 2019). O efeito das vacinas sobre os carrapatos que se alimentam no hospedeiro não é imediata e não pode ser utilizado como tratamento e sim como controle de longo prazo (PENÃ, 2017).

Quanto à ação da Bm86 nos animais vacinados, há a produção de anticorpos que irão reconhecer o antígeno presente na superfície das células intestinais do carrapato. Ao se alimentarem com o sangue do animal, esses anticorpos, junto com o sistema complemento e outros componentes do sistema imune do hospedeiro, causarão o rompimento das células epiteliais do intestino, acarretando na opsonização e morte celular (GOUGH; KEMP, 1993; WILLADSEN et al., 1989).

Segundo Cunha et al. (2019), a eficácia das vacinas produzidas a partir de antígenos do carrapato é melhor quando elas são associadas aos outros tipos de controle, pois nota-se a diminuição dos títulos de anticorpos do animal após meses de uso da vacina.

As pesquisas com vacinação apontam que a proteína Bm86 possui boa resposta contra as espécies do grupo dos boofilidos. No entanto, sua eficácia é bem menor em outras espécies, e ela tem apresentado eficácia variável contra a cepa de *R. microplus* utilizada. Hipóteses sugerem que essa variabilidade acontece devido o polimorfismo da proteína antigênica e, portanto, diante da variação de seus sítios-alvo, dos níveis de expressão e de alguns aspectos derivados da fisiologia do parasita, bem como a quantidade de sangue ingerida, não se tem conhecimento ao certo sobre o mecanismo que regula o efeito variável (PENÃ, 2017). O nível de proteção adquirido a partir da utilização do antígeno Bm86 varia entre 50% a 90%, dependendo da espécie e cepa do carrapato infestante (DE LA FUENTE, 2007).

O conhecimento a cerca da sensibilidade das cepas aos anticorpos produzidos pelos antígenos presentes nas vacinas é fundamental para garantir o sucesso da vacinação (BOUÉ et al., 1999). Ao avaliar a resposta imunológica em um grupo de animais vacinados pelas vacinas comerciais disponíveis no Brasil, a GavacMT e TickGardMAIS, produzidas a partir da proteína Bm86, levando em consideração os níveis de IgG houve 49,2% de eficácia para GavacMT e 46,4% para TickGardMAIS. Os carrapatos ingurgitados de animais imunizados tiveram redução significativa no peso e na capacidade reprodutiva (ANDREOTTI, 2006).

Uma forma de melhorar a eficácia do controle e dificultar a pressão de populações de carrapatos seria o uso de uma vacina multi-antigênica com antígenos que possam atuar nas diferentes fases do ciclo biológico, já que um dos problemas

no controle do carrapato se deve ao fato do seu ciclo de vida dura em torno de 21 dias e sua fêmea libera uma grande quantidade de larvas (BLECHA et al., 2018). Pesquisadores acreditam que, mesmo com seu efeito parcial, a vacinação seja uma alternativa importante para o controle do carrapato (ANDREOTTI et al., 2019).

#### 4.11 Animais resistentes

Os bovinos apresentam uma tolerância variável ao carrapato, relacionadas com as diferenças na degradação de mastócitos e infiltração de eosinófilos, que pode aparecer poucos dias após o nascimento do animal e/ou após três ou quatro cargas de infestações (MAPA, 2020).

Os bovinos de raça zebu são os mais resistentes, com um número de fêmeas teleóginas menor do que os animais de raça taurina (VILLARES, 1941). As larvas têm dificuldade em se fixar nos bovinos resistentes, não completando assim o seu ciclo biológico, logo as fêmeas ingurgitadas ficam menores e mais leves (VERISSÍMO, 2013). Pesquisadores observaram que as fêmeas retiradas dos animais resistentes são mais leves, desta maneira, colocaram menos ovos e gerando um quantitativo menor de larvas quando comparadas com fêmeas retiradas de hospedeiros susceptíveis. Um número menor de ovos postos pelas teleóginas irá influenciar diretamente na ingestão de sangue do parasito pelo hospedeiro (SANTOS, FURLONG, 2002).

Ao analisar dados de contagem de carrapatos em animais da raça Braford que participavam de um programa de melhoramento, verificou-se que o número de carrapatos decrescia à medida que aumentava a proporção de genes de *Bos taurus indicus* (AYRES et al., 2009).

Além dos diferentes níveis de suscetibilidade observados entre *B. indicus* e *B. taurus*, notou-se o mesmo entre outras raças da mesma origem e mesmo grupo racial. Nas raças europeias, os bovinos de raça Jersey estão como os mais resistentes ao compará-los com animais de raça *B. taurus* (UTECH et al., 1978).

A diferença entre os animais de origem zebuína e europeia é o fator mais importante, usada em diversos programas de melhoramento. Deste modo, apesar de

não existir nenhuma raça de bovino com 100% de resistência aos carrapatos, os zebuínos e os resultados de seus cruzamentos são significativamente mais tolerantes e exigem um programa de controle menos intenso, quando comparado com os europeus (MAPA, 2020).

Os fatores químico, mecânico e térmico podem exercer influência no estímulo natural dos carrapatos. A possibilidade do emprego de marcadores genéticos aumenta as perspectivas em relação à seleção de bovinos resistentes como medida estratégica no controle do carrapato, pois permite a identificação mais precoce e específica de animais com genética superior (BIEGELMEYER, 2012).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, o controle do carrapato *R. microplus* tem sido uma atividade muito preocupante, visto que, o excesso do uso dos métodos de controle químico vem desencadeando resistência para com os carrapaticidas, dificultando cada vez mais o controle deste parasito no rebanho, além de ser uma ação que resulta em impactos ao meio ambiente, gera grande prejuízo econômico no Brasil, causa intoxicação do ser humano e contaminação dos produtos de origem animal. Em consequência disto, a busca por novas práticas de controle do *R. microplus* faz-se necessária, de modo que, possa manter a presença do parasito no hospedeiro de maneira equilibrada sem causar tais danos.

Segundo as literaturas consultadas para a construção desta revisão, já existem métodos eficientes sendo testados no controle do *R. microplus*, que podem ser utilizados associados ao métodos de controle químico, diminuindo assim o desenvolvimento dos mecanismos de resistência. Os estudos realizados com as vacinas, produtos fitoterápicos e biológicos vêm trazendo bons resultados como alternativas promissoras para o setor da agropecuária.

## REFERÊNCIAS

- ABBAS, R. Z. et al. Acaricide resistance in cattle ticks and approaches to its management: The state of play. **Veterinary Parasitology**, v. 203, p. 6–20, 2014.
- AHID, S.M.M. **Apostila Didática em Entomologia Veterinária**, Universidade Federal Rural do Semi árido, Mossoró, 2009.
- ALMEIDA, M. A. et al. Biocontrole de carrapato bovino *Rhipicephalus (boophilus) microplus* “in vitro” com alho desidratado. **Research, Society and Development**, Vargem Paulista, v 10, n 8, p.1-6, 2021.
- ALVES, R. H. et al. Action of ethanolic extract of Eucalyptus sp. on engorged females and larvae of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Informative Geum Bulletin**, Piauí, v 5, n 2, p. 113-118, 2014.
- ALVES, S.B. **Fungos entomopatogênicos**. In: Controle microbiano de insetos. eds. ALVES S.B. Fealq, Piracicaba, São Paulo, 1998.
- ANDREOTTI, R. Estratégia do controle do carrapato-do-boi em bovinos de corte no cerrado. **Portal Embrapa**, Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52237965/artigo-estrategia-de-controle-do-carrapato-do-boi--em-bovinos-de-corte-no-cerrado>. Acesso em 01 dez. 2021.
- ANDREOTTI, R. et al. Protective immunity against tick infestation in cattle vaccinated with recombinant trypsin inhibitor of *Rhipicephalus microplus*. **Vaccine**, v. 30, n. 47, p. 6678- 6685, 2012.
- ANDREOTTI, R. Performance of two Bm86 antigen vaccin formulation against tick using crossbreed bovines in stall test. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v 15. n 3, p. 97-100, 2006.
- ANDREOTTI, R.; GARCIA, M. V.; KOLLER, W. W. **Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos**. Ed. 1, Brasília: Embrapa, 2019.
- ANGUS, B. M. The history of the cattle tick *Boophilus microplus* in Australia and achievements in its control. **International Journal for Parasitology**, v. 26, n. 12, P. 1341-1355, 1996.
- APTA. Óleos essenciais auxiliam no combate de carrapatos em bovinos. **A lavoura**, 2019. Disponível em: <https://alavoura.com.br/pecuaria/bovinocultura/oleos-essenciais-auxiliam-no-combate-a-carrapatos-em-bovinos/>. Acesso em: 22 jan. 2022.
- ARAGÃO, A.; CONTINI, E. O agro no Brasil e no mundo: uma síntese do período de 2000 a 2020. **Portal Embrapa**, Brasília, p. 1-68, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/62618376/O+AGRO+NO+BRASIL+E+NO+MUNDO.pdf/41e20155-5cd9-f4ad-7119-945e147396cb>. Acesso em 07 jan. 2022.

ARTECHE, C. C. P. *et al.* O uso atual dos carrapaticidas arsenicais no Rio Grande do Sul (Brasil). **Boletim do Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor**, v 4, n 6, p. 13-19, 1977.

ÁVILA, L.M. *et al.* Principais fitoterápicos utilizados no controle de ectoparasitas e endoparasitas de equinos e bovinos- Revisão Bibliográfica. **Research, Society and Development**, v 9, p. 11, 2020.

AYRES, D. R. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos para números de carrapatos (*Boophilus microplus*) em bovinos da raça Braford, utilizando o método da máxima verossimilhança restrita e inferência Bayesina. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Maringá, p. 46, 2006.

BAHIENSE, T. C. *et al.* Avaliação do potencial de controle biológico do *Metarhizium anisopliae* sobre *Boophilus microplus* em teste de estábulo. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, Jaboticabal, v 16, p. 243-245, 2007.

BARATA, L. Empirismo e ciência: fonte de novos fitomedicamentos. **Tendências**, São Paulo, v 57, n 4, p. 4-5, 2005.

BIEGELMEYER, P. *et al.* Aspectos da resistência de bovinos ao carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v 61, p. 1-11, 2012.

BISCHOFF, J. F.; REHNER, S. A.; HUMBER, R. A. A multilocus phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage. **Mycologia**, v 101, p. 512-530, 2017. ZIMMERMANN, G. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 17, p. 553-596, 2007.

BISPO, J. L. P.; ALMEIDA, E. C.; NUNES, D. M. Efecto del extracto crudo de genipap (*Genipa americana*) en el control de la garrapata bovina *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Research, Society and Development**, v 9, n 9, p. 1-15, 2020.

BLECHA, I. M. Z. *et al.* Analysis of Bm86 conserved epitopes: is a global vaccine against Cattle Tick *Rhipicephalus microplus* possible?. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, Jaboticabal v 27, n 3, p. 267-279.

BOLAÑOS, A. T. *et al.* Survival of entomopathogenic nematodes in oil emulsions and control effectiveness on adult engorged ticks (Acari: Ixodida). **Journal of Nematology**, v 51, p. 1-10, 2019.

BORGES, L. M. F.; SOUSA, L. A. D.; BARBOSA, C, S. Perspectives for the use of plant extracts to control the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, Jaboticabal, v 20, n 2, p. 89-96, 2011.

BOUÉ, O. *et al.* Reproductive and safety assessment of the vaccination with Gavac<sup>TM</sup> against the cattle tick (*Boophilus microplus*). **Theriogenology**, v. 51, n. 8, p. 1547- 1554, 1999.

BRACCINI, G, L. *et al.* Aplicación de la Homeopatía em la producción de animales. **Revista Valore**, v 4, p. 310-323, 2019.

- BRESSAIN, G. G. N. et al. Acaricidal activity of essential oils from *Curcuma zedoaria* and *Alpinia zerumbet* rhizomes against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). **International Journal of Acarology**, Cruz das Almas, 2021.
- BRITO, L, G. Importância da identificação de populações do carrapato dos bovinos resistentes a base carrapaticidas. **Agrosofit Brasil**, Rio de Janeiro, p. 1-2, 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/710796/1/importanciaidentificacao.pdf>. Acesso em 19 dez. 2021.
- BURNS, C, J. et al. Pesticide Exposure and Neurodevelopmental Outcomes: Review of the Epidemiologic and Animal Studies. **Journal of Toxicology and Environmental Health**, v 16, p. 127-283, 2013.
- CALVANO, M. P. C.A. et al. Bioeconomic simulation of *Rhipicephalus microplus* infestation in different beef cattle production systems in the Brazilian Cerrado. **Agricultural systems**, v 194, p. 1-10, 2021.
- CAMARGO, M. G. et al. *Metarhizium anisopliae* for controlling *Rhipicephalus microplus* ticks under field conditions. **Veterinary Parasitology**, v 223, p. 38-42, 2016.
- CAMPBELL, C. W. History of Avermectin and Ivermectin, with Notes on the History of Other Macrocyclic Lactone Antiparasitic Agents. In: **Current Pharmaceutical Biotechnology**. Massachusetts, Bentham Science Publishers, p. 853-865, 2012.
- CAMPOS, P. M. et al. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: biologia, controle e resistência. **Med vet**, São Paulo, p. 169, 2008.
- CASTRO, K. N. C. et al. In vitro effects of *Pilocarpus microphyllus* extracts and pilocarpine hydrochloride on *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Brazilian Journal of Veterinary parasitology**, Jabotical, v 25, n 2, p. 248-253, 2016.
- CATTO, J. B.; ANDREOTTI, R.; KOLLER, W. W. Atualização sobre o Controle Estratégico do Carrapato-do-boi. **Comunicada técnico-Embrapa**, Campo Grande, p. 1-6, 2010.
- CHAGAS, A. C. Z. et al. Efficacy of 11 Brazilian essential oils on lethality of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v 7, p. 427-432, 2016.
- CHAGAS, A. N. C. et al. Acaricide effect of *Eucalyptus spp* essential oils and concentrated emulsion on *Boophilus microplus*. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v 39, n 5, p. 247-253, 2002.
- COELHO, C. N. et al. Abamectin with fluazruon association in control of ticks *Rhipicephalus microplus* in naturally infested cattle. **Brazilian Journal of Veterinary Medicine**, v 37, p. 51-54, 2015.
- CULLMANN, J. R. et al. Produção de novilhos castrados ou não castrados terminados em confinamento em idade jovem ou superjovem. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 1, p. 155-164, 2017.

CUNHA, R. C. *et al.* Bovine immunoprotection against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* with recombinant Bm86-Campo Grande antigen. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 21, n. 3, p. 254-262, 2012.

CUNHA, R.C. *et al.* **Vacinas contra o carrapato-do-boi no Brasil**. p. 193-205. In: Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos. eds. ANDREOTTI, R.; GARCIA, M.V.; KOLLER, W.W. Embrapa, Brasília, Distrito Federal, 2019.

DE LA FUENTE, J. *et al.* A ten-year review of commercial vaccine for performance for control of tick infestations on cattle. **Animal health research reviews**, v 8, n 1, p. 23-28, 2007.

DONG K, *et al.* Molecular biology of insect sodium channels and pyrethroid resistance. **Insect Biochem Mol Biol**.v 50, p.1-17, 2014.

DRIVER, J. D.; HOLBEN, W. E.; RILLING, M. C. Characterization of glomalin as a hyphal wall component of arbuscular. **Soil Biology and Biochemistry**, Missoula, v 37, p. 101-106.

DU, Y. *et al.* Molecular evidence for dual pyrethroid-receptor sites on a mosquito sodium channel. **PNAS**, Liverpool, v 110, p. 11785–11790, 2013.

FACCINI, J. L. H.; BARROS-BATTESTI D. M. Aspectos gerais da biologia e identificação e carrapatos. In: BARROS-BATTESTI, D. M.; ARZUA, M.; BECHARA, G. H. **Carrapatos de importância médico veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies**. São Paulo, Instituto Butantan, P. 05-12, 2006.

FARIA, M. R.; WRIGHT, S. P. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. **Biological Control**, v. 43, p. 237-256, 2007.

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**, v 38, n 6, p. 1700-1704, 2008.

FERNANDEZ, C.M.M. *et al.* Essential oil and fractions isolated of Laurel to control adults and larvae of cattle ticks. **Natural Product Research**, v 34, n 5, p. 31–735, 2020.

FERRETO, R. **Revisão de literatura sobre *Rhipicephalus (Boophilus) microplus***. P. 7-28, 2013.

FIELDVIEW. Qual é a participação do agronegócio no PIB e nas exportações brasileiras?. **Climate FieldView**. São Francisco, 2021. Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/qual-e-a-participacao-do-agronegocio-no-pib-e-nas-exportacoes-brasileiras>. Acesso em: 22 jan. 2022.

FREITAS, M. C. *et al.* Quantificação de hemócitos em fêmeas ingurgitadas de *Rhipicephalus microplus* infectadas por *Beauveria bassiana* s.l. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, Seropédica, v 37, p. 63-70, 2015.

FUKUTO, R. T. Mechanism of Action of Organophosphorus and Carbamate Insecticides. **Environmental Health Perspectives**, Riverside, v 97, p. 245-254, 1990.

FURLONG, J. Carrapato: problemas e soluções. **Embrapa gado de leite**, Juiz de Fora, p.65, 2005.

FURLONG, J. et al. O carrapato dos bovinos e a resistência: temos o que comemorar?. **Hora Veterinária**, v 159, p.1-7, 2007.

GALLI, G. M. et al. Effects of essential oil of *Eucalyptus globulus* loaded in nanoemulsions and in nanocapsules on reproduction of cattle tick (*Rhipicephalus microplus*). **Archivos de Zootecnia**, Xanxerê, v 67, p. 494-498, 2018.

GARCÍA- GARCÍA, J. C. et al. Controlo f ticks resistant to immunization with Bm86 in cattle vaccinated with the recombinant antígeno Bm95 isolated from the cattle tick *Boophilus microplus*. **Vaccine**, v 18, n 21, p. 28-87, 200.

GARCIA M.V.; RODRIGUES, V.S.; KOLLER, W.W.; ANDREOTTI, K. **Biologia e importância do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus***. p. 17-27. In: Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos. eds. ANDREOTTI, R.; GARCIA, M.V.; KOLLER, W.W. Embrapa, Brasília, Distrito Federal, 2019.

GARCIA, M. V. et al. Protocolos sobre bioensaios para diagnóstico da resistência de *Rhipicephalus microplus* aos acaricidas. **Embrapa Gado de Corte**, p. 1-15. 2016.

GAUDÊNCIO, F. N. et al. Activity of carboxylesterases, glutathione- S-transferase anmooxygenase on *Rhipicephalus microplus* exposed to Fluazuron. **Parasitology International**, v 66, p.584-587, 2017.

GAUSS, C. L. B.; FURLONG, J. Comportamento de larvas infestantes de *Boophilus microplus* em pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, v.32, p. 467-472, 2002.

GEMELLI, J. L.; PEREIRA, A. S. C. Principles and uses of homeopathy in beef cattle. A review. **Brazilian Journal of Hygiene and Animal Sanity**, v12, n 3, p. 327-341, 2018.

GEORGE, J. E.; POUND, J. M.; DAVEY, R. B. **Acaricides for controlling ticks on cattle and the problem of acaricide resistance**. In: BOWMAN, A. S.; NUTTALL, P. A. Ticks: biology, disease and control. Cambridge. University Press, p. 415-416, 2008.

GEORGE, J. E.; POUND, J. M.; DAVEY, R. B. Chemical control of ticks on cattle and the resistance of these parasites to acaricides. **Parasitology**, v 129, p. 353-356, 2004.

GOLAN, D. E. **Princípios de farmacologia: a base fisiopatológica da farmacoterapia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

GOMES, L. V. C. et al. Population dynamics and evaluation of the partial selective treatment of crossbreed steers naturally infested with *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in a herd from the state of Minas Gerais in Brazil. **Veterinary Parasitology**, Jaboticabal, v 220, p. 72-76, 2016.

- GONZÁLES, A. *et al.* A Review of the Pharmacological Interactions of Ivermectin in Several Animal Species. **Bentham Science Publishers**, Léon, v 10, p. 359-368, 2009.
- GONZÁLEZ-CANGA, A. *et al.* A review of the pharmacological interactions of ivermectin in several animal species. **Current Drug Metabolism**, v. 10, p. 359-368, 2009.
- GOUGH, J. M.; KEMP, D. H. Localization of a low abundance membrane protein (Bm86) on the gut cells of the cattle tick *Boophilus microplus* by immunogold labeling. **Journal of Parasitology**, v 79, p. 900-907, 1993.
- GRAF, J. F. *et al.* Tick control: na industry point of view. **Parasitology**, v 129, p. 427-442, 2004.
- GRAMS, N. Homeopathy—where is the science? **EMBO reports**, v. 20, n. 3, 2019.
- GRISI, L. *et al.* Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, Jaboticabal, v 23, n 2, p. 150-156, 2014.
- HAHNEMANN, S. **Organon da arte de curar**. 2.ed. tradução da 6.ed. alemã. São Paulo: GEHSP “Bernoit Mure”, p. 191, 1995.
- HIGA, L. O. S. *et al.* Acaricide Resistance Status of the *Rhipicephalus microplus* in Brazil: A Literature Overview. **Medicinal chemistry**, v 5, n 7, p. 326-333, 2015.
- HIGA, L. O. S. *et al.* Evaluation of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) resistance to different acaricide formulations using samples from Brazilian properties. **Brazilian Journal of Veterinary parasitology**, Jaboticabal, v 25, n 2, p. 163-171, 2016.
- IBGE. Leite em números produção de leite no Brasil. **Cileite**. Juiz de Fora, 2022. Disponível em: [https://www.cileite.com.br/leite\\_numeros\\_producao](https://www.cileite.com.br/leite_numeros_producao). Acesso em: 22 jan. 2022.
- IMOULAN, A. *et al.* Entomopathogenic fungus Beauveria: Host specificity, ecology and significance of morpho-molecular characterization in accurate taxonomic classification. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 20, n. 4, p. 1204-1212, 2017.
- JAIME, E. M. **Efeito do extrato do *Eucalyptus Globulus* em fêmeas ingurgitadas de *Rhipicephalus sanguineus***. 2019. Monografia (Medicina Veterinária) – Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos, Gama, 2019.
- JANER, E. A. C. *et al.* Diagnoses of fipronil resistance in Brazilian cattle ticks *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* using in vitro larval bioassays. **Veterinary Parasitology**, v 173, p. 300-306, 2010.
- JONSSON, N. N. *et al.* Production effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation of high yielding dairy cows. **Veterinary Parasitology**, v. 78, p. 65-77, 1998.
- KATZUNG, B. G. **Farmacologia básica e clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 991, 2014.

KAYA, H. K.; GAUGLER, R. Nematoides entomopatogênicos. **Revisão Anual de entomologia**, v 38, p. 181-206, 1993.

KOGAN, K, M. Targeting ticks for control of selected hemoparasitic diseases of cattle. **Veterinary Parasitology**, Stillwater, v 57, p. 121-151, 1996.

KOLLER, W.W.; MATIAS, J. **Coleta, preservação e identificação de carrapatos**. p.3- 33. *In*: Carrapatos protocolos e técnicas para estudo. eds. ANDREOTTI, R.; KOLLER, W.W.; GARCIA, M.V. Embrapa, Brasília, Distrito Federal, 2016.

LEAL, A. T.; FREITAS, D.R.J.; JUNÍOR, I. S.V. Perspectives for control of bovine tick. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, p. 1-11, 2003.

LEITE, L. G. Tecnologia sustentável. Nematóides contra insetos. SP: **Instituto Biológico de Campinas**, p. 1-20. 2015.

LIMA, A. S. *et al.* Seasonal analysis and acaricidal activity of the thymol-type essential oil of *Ocimum gratissimum* and its major constituents against *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, v 117, p. 59-65, 2018.

MAPA. **Avaliação Seletiva de Bovinos para o Controle do Carrapato *Rhipicephalus microplus***. Ed. 01, Brasília: Mapa, 2020.

MARCHESINI, P. *et al.* Acaricidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* and *Eremanthus erythropappus*, major compounds and cinnamyl acetate in *Rhipicephalus microplus*. **Brazilian Journal of Veterinary parasitology**, Jaboticabal, v 30, p. 1-14, 2021.

MARCIANO, A.F. *et al.* Eficiência in vitro de uma formulação oleosa de *Metarhizium anisopliae* sensu lato no controle de *Rhipicephalus microplus*. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v 35, n 2, p. 28–34, 2013.

MARTINS, I. V. F. **Parasitologia Veterinária**. Vitória: EDUFES, 2019.

MARTINS, J. R. S. **Carrapato *Boophilus microplus* (Can.1887) (Acari: Ixodidae) resistente a ivermectina, moxidectina e doramectina**. Rio Grande do Sul, Brasil. 2006. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

MARTINS, J. R. S.; FURLONG, J.; PRATA, M. C. A. **Carrapato: problemas e soluções**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p. 65, 2005.

MARTINS, N.; PETROPOULUS, S., FERREIRA, I. C. Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum*) as affected by pre-and postharvest: A review. **Food Chem**, v 211, p. 41-50, 2016.

MASCARIN, G. M. *et al.* Current status and perspectives of fungal entomopathogens used for microbial control of arthropod pests in Brazil. *In*: ARTHURS, S. P; DARA, S. K. (org.) **Journal of invertebrate pathology**. Amsterdã: Elsevier, 2019.

MASCARIN, G. M.; QUINTELA, E. D. Técnica de produção do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* para uso em controle biológico. **Documento 289- Embrapa**, Santo Antônio de Goiás, p. 1-18, 2013.

MASTROPAOLO, M. *et al.* Non- parasitic life cycle of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in *Panicum maximum* pastures in Northern Argentina. **Research in Veterinary Science**. V 115, p. 138-145, 2017.

MENDES, M. C. Controle estratégico do carrapato dos bovinos *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Governo do estado de São Paulo**. São Paulo, n 187, 2013. Disponível em: [http://www.biologico.sp.gov.br/publicacoes/comunicados-documentos-tecnicos/comunicados-tecnicos/controle-estrategico-do-carrapato-dos-bovinos-rhipicephalus-\(boophilus\)-microplus](http://www.biologico.sp.gov.br/publicacoes/comunicados-documentos-tecnicos/comunicados-tecnicos/controle-estrategico-do-carrapato-dos-bovinos-rhipicephalus-(boophilus)-microplus). Acesso em: 22 jan. 2022.

MONTEIRO, C.M.O.; PRATA, M.C.A. **Controle biológico do carrapato dos bovinos *Rhipicephalus microplus* com a utilização de nematoides entomopatogênicos: conquistas e desafios**. p. 46–68. *In*: Controle de carrapatos nas pastagens. eds. VERISSIMO, J.C. Nova Odessa, São Paulo, 2015.

NAGASHIMA, J. C.; OLIVEIRA, G. H. R. Resistência genética ao *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*- Revisão de Literatura. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, Garça, n 12, p. 1-6, 2009.

NCBI. Classifications for *Boophilus microplus*. **Taxonomy browser**. 2011. Disponível em: <https://arctos.database.museum/name/Boophilus%20microplus>. Acesso em: 01 dez. 2021.

NDAWULA, C. **Vacina de Glutathionas- Transferases como estratégia de controle de carrapato**. 2019. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Molecular) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

NOGUEIRA, M. R. S. *et al.* In vitro efficacy of two commercial products of *Metarhizium anisopliae* s.l. for controlling the cattle tick *Rhipicephalus microplus*. **Brazilian Journal of Veterinary parasitology**, Jaboticabal, v 29, p. 1-8, 2020.

OLIVEIRA, M. K. F.; PEDRASSANI, D. Extrato hidroalcoólico de eucalipto, *Eucalyptus dunnii*, no controle do carrapato bovino, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, Canoinhas, v 15, p. 41-48, 2017.

ORLANDELLI, R. C.; PAMPHILE, J. A. Fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* como agente de controle biológico de insetos pragas. **Revista de Saúde e Biologia**, Maringá, v 6, n 2, p. 79-82, 2011.

PAIXÃO, J. S. E. *et al.* Assessment of weight gain and control of parasitism by *Rhipicephalus microplus* in dairy cattle in the field using organosynthetic parasiticide, phytotherapics and homeopathy. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v 73, n 5, p. 1001-1013, 2021.

PAZ, V. C. D.; PAZ, C. J.; SANTANA, S. C. Avaliação in vitro de formulação homeopática no controle do carrapato bovino *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Pubvet**, Chapecó, v 15, p. 1-6, 2021.

PEÑA, A. E. **Carrapatos: morfologia, fisiologia e ecologia**. São Paulo: Medvet Ltda., 2015.

PEÑA, A. E. Ticks as vectors: taxonomy, biology and ecology. **Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)**, v. 34, n. 1, p. 53- 65, 2015.

**PEREIRA, I. S. Controle de Rhipicephalus (Boophilus) microplus utilizando Metarhizium anisopliae nas condições climáticas do Recôncavo da Bahia.**

2021. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2021.

PEREIRA, J. R. The efficiency of avermectins (abamectin, doramectin and ivermectin) in the control of Boophilus microplus, in artificially infested bovines kept in field conditions. **Veterinary Parasitology**, Stillwater, v 162, p. 116-119, 2009.

PEREIRA, M. C. et al. **M. Rhipicephalus (Boophilus) microplus (biologia, controle e resistência)**. São Paulo: MedVet, p. 169, 2008.

PERINOTTO, W.M.S. et al. Enzymatic activities and effects of mycovirus infection on the virulence of Metarhizium anisopliae in Rhipicephalus microplus. **Veterinary Parasitology**, v 203, p.189–196, 2014.

PESAMOSCA, N, M. et al. Fitoterapia no controle do carrapato bovino Rhipicephalus (Boophilus) microplus. **XXIII Seminário Internacional de ensino, pesquisa e extensão**. P.1-4, 2018.

PIRES, M. A. homeopatia para os animais. Embrapa Gado de Leite-**Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2005.

POLANCO-ECHEVERRY, D. N.; RÍOS-OSORIO, L.A. Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras. **Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v.17, n 1, p.81-95, 2016.

PRATA, M. C. A; OLIVEIRA, V, M. Controle estratégico de carrapatos do bovino de leite. **Embrapa**, Juiz de Fora, p. 1-8, 2019.

QUINELATO, S. et al. Virulence potential of *Metarhizium anisopliae* s.l. isolates on *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* larvae. **Veterinary Parasitology** , v 190, p.556–565, 2012.

RAMÍREZ, J.; LACASA, M. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. **Archivos de Prevención de Riesgos Laborales**, v. 4, n. 2, p. 67-75, 2001.

RAYNAL, J, T. et al. Acaricide efficacy against a Brazilian Rhipicephalus (Boophilus) microplus isolated field population over a five-year period. **Pubvet**, Salvador, v 14, n 4, p. 1-3, 2020.

REGINATO, C. Z. et al. Efficacy of commercial synthetic pyrethroids and organophosphates associations used to control *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in Southern Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary parasitology**, Jaboticabal, 26, n 4, p. 500-5004, 2017.

REZENDE, P. L. C. **Controle do carrapato Rhipicephalus microplus na América Latina: antígenos e ensaios vacinais analisados por uma revisão sistemática**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

RIBEIRO, A.P. et al. **Homeopatia do carrapato**. Viçosa: UFV, 2015.

- RIVERA, A. P. T. *et al.* Efectividad de *Beauveria bassiana* (Baubassil®) sobre la garrapata común del ganado bovino *Rhipicephalus microplus* en el Departamento de la Guajira, Colombia. **Revista Argentina de Microbiología**, v 50, n 4, p. 426-460, 2018.
- ROBERTS, D. *Metarhizium spp.*, Cosmopolitan Insect-Pathogenic Fungi: Mycological Aspects. **Advances in Applied Microbiology**, Logan, v 54, p. 1-51, 2004.
- SAN AW, K.M.; HUE, S.M. Mode of infection of *Metarhizium spp.* fungus and their potential as biological control agents. **Journal Fungi**, v 3, n 30, p. 01–20, 2017.
- SANJAYA, I.; OCAMPO, V.R.; CAOILI, B.L. Infection process of entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* in the *Tetranychus kanzawai* (Kishida) (Tetranychidae: Acarina). **Journal of Agricultural Science**, v 35, n 1, p.64–72, 2013.
- SANTI, L. *et al.* *Metarhizium anisopliae* host–pathogen interaction: differential immunoproteomics reveals proteins involved in the infection process of arthropods. **Fungal Biology**, v 114, p.312–319, 2010.
- SANTOS, A. P.; FURLONG, J. Competição intraespecífica em *Boophilus microplus*. **Ciência Rural**, v. 32, n. 6, p. 1033-1038, 2002.
- SANTOS, L. R. *et al.* Tristeza Parasitária Bovina – Medidas de controle atuais. In: ANDREOTTI, R.; GARCIA, M. V.; KOLLER, W. W (org.). **Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos**. Embrapa, Brasília, Distrito Federal, 2019, p. 85-97.
- SANTOS, M. A. T.; AREAS, M. A.; REYES, F. G. R. Piretróides - uma visão geral. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 3, p. 339-349, 2007.
- SCHOOL, D. C. *et al.* Immunomodulatory effects of tick saliva on dermal cells exposed to *Borrelia burgdorferi*, the agent of Lyme disease. **Parasites e Vectors**, v 9, p. 2-17, 2016.
- SILVA, G. R.; JUNÍOR, I. B.; VILLAR, J. D. F. Defesa dos agentes de guerra e ação dos neurotóxicos. **Química Nova**, Rio de Janeiro, v 35, p. 2038-2091, 2012.
- SILVA, J. C. **Identificação e caracterização morfológica de hemócitos em *Ectemnaspis rorotaense* (Floch & Abonnenc) e *Ectemnaspis trombetense* (Hamada, Py-Daniel & Adler) (Diptera: Simuliidae)**. 2014. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 2014.
- SILVA, S. J. *et al.* Efeito da infecção de *Metarhizium anisopliae* sobre a atividade proteolítica presente em intestino de *Rhipicephalus microplus*. **Archives of Veterinary Science**, v 23, n 1, p. 77-85, 2018.
- SILVEIRA, W. H.; CARVALHO, G. D.; PECONICK, A. P. Medidas de controle do carrapato *Rhipicephalus microplus*: uma breve revisão. **Pubvet**. Londrina, v 8, n 10, p. 1-31, 2014.
- SIMI, L.D.; GARCIA, M.V.; RODRIGUES, V.S. Panorama do controle biológico de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) pelo uso de entomopatógenos. In: ANDREOTTI, R.; GARCIA, M. V.; KOLLER, W. W (org.). **Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos**. Embrapa, Brasília, Distrito Federal, 2019, p. 161-170.

- SIMON, N. D. *et al.* Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites. **Environmental Science and Pollution Research**, v 22, p. 5-34, 2015.
- SINDAN. Mercado Brasil. **Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Saúde Animal**. São Paulo; 2018. Disponível em: <http://www.sindan.org.br/mercado-brasil-2018/>. Acesso em: 22 jan. 2022.
- SINGH, P.; PANKEY, A. K. Prospective of essential oils of the genus *Mentha* as biopesticides: A review. **Frontiers in Plant Science**, Gorakhpur, v 9, p. 1-14, 2018.
- SIQUEIRA, F. C.; PEREIRA, R. M.; PAIVA, L. F. Fitoterapia no controle do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, agente causador da doença “Tristeza Parasitária”: Uma revisão de literatura. **Revista Ibero**, São Paulo, v 7, p. 308-321, 2021.
- SODERLUND, D. M. *et al.* Mechanisms of pyrethroid neurotoxicity: implications for cumulative risk assessment. *In: Toxicology*. Amsterdã: Elsevier, 2002.
- SONESHINE, D. E.; ROE, R. M. **Biology of ticks**. Ed. 2, New York: Oxford University Press, p. 540, 2014.
- STRELOW, L. **Incidência de ectoparasitas em propriedades rural com o uso do *Azadirachta indica a. juss* na dieta de vacas leiteiras**. 2019. Monografia (Zootecnia) – Universidade Tecnológica do Paraná, Dois Vizinhos, 2019.
- TONUS, M. Manejo integrado controla cigarrinhas em pastagens. **Revista Balde Branco**, São Paulo, n. 421, 1999.
- TSAI, C.; CHEN, H.; SHEEN, L. Y. Garlic: Health benefits and actions. **Biomedicine**, v 2, p. 17-29, 2012.
- UTECH, K. B. W.; WHARTON, R.H.; KERR, J. D. Resistance to *Boophilus microplus* (Canestrini) in different breeds of cattle. **Australian Journal of Agricultural**, v 29, p. 885-889, 1978.
- VALERO- JIMÉNEZ, C. A. *et al.* Natural variation in virulence of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* against malaria mosquitos. **Malaria Journal**, v 13, p-13-479. 2014.
- VARGAS, M. *et al.* Two initial vaccinations with the Bm86- based Gavac plus vaccine against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* induce similar reproduction conditions. **BMC Veterinary Research**, v 6, n 1, p. 1, 2010.
- VERISSÍMO, C. J. Controle biológico do carrapato do boi, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* no Brasil. **Revista de educação continuada da Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, São Paulo, v 11, n1, p. 14-23, 2013.
- VERISSÍMO, C. J. **Controle de carrapatos nas pastagens**. Ed. 2, Nova Odessa, 2015.
- VIEIRA L.S. Métodos alternativos de controle de nematóides gastrintestinais em caprinos e ovinos. **Revta Ciênc. Tecnol. Agropec**, v 2, p. 28-31, 2008.

- VIEIRA, L. S. **Comparação dos métodos de controles estratégicos e seletivo na carga parasitária de *Rhipicephalus microplus* em rebanhos bovinos leiteiros.** 2020. Dissertação (Ciência animal) - Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.
- VILLAREAL, J.P. *et al.* Evaluation of phytotherapy alternatives for controlling *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in vitro. **Brazilian Journal of Veterinary parasitology**, Jaboticabal, v 26, n 6, p. 299-306, 2017.
- VILLARES, J. B. Climatologia zootécnica III. Contribuição ao estudo da resistência e susceptibilidade genética dos bovinos ao *Boophilus microplus*. **Boletim de Indústria Animal**, v. 4, p. 60-86, 1941.
- WILLADSEN, P. Anti-tick vaccines. **Parasitology**, v 129, p. 367-387, 2004.
- WILLADSEN, P. *et al.* Immunologic control of a parasitic arthropod. Identification of a protective antigen from *Boophilus microplus*. **Journal of Immunology**, v 143, n 4, p. 1346-1351, 1989.
- WILLADSEN, P. Tick control: Thoughts on a research agenda. **Veterinary Parasitology**, v.138, p.161-168, 2006.
- YE, W. *et al.* Incidence of *Oscheius onirici* (Nematoda: Rhabditidae), a potentially entomopathogenic nematode from the marshlands of Wisconsin, USA. **Journal of Nematology**, New York, v 50, p. 1-18, 2018.
- ZARA, A. L. S. A. *et al.* *Aedes aegypti* control strategies: a review. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v 25, p. 1-14, 2016.

## 6 APÊNDICES

Classes químicas, princípio ativo, nome comercial e efeito residual dos principais carrapaticidas disponíveis no Brasil.

CLASSE QUÍMICA	PRINCÍPIO ATIVO	NOME COMERCIAL	EFEITO RESIDUAL
<b>Organofosforados</b>	-Clorpirifós -Fentião -Triclorfon -Diclorvós	- Polaris 40® - Tiguvon 15® -SpotOn® - Pradocid®	- 14 dias para bovinos de corte e não dever ser aplicado em vacas leiteiras. - 28 dias para bovinos de corte e 05 dias para vacas leiteiras. - 03 dias para bovinos de corte e 10 horas para vacas leiteiras.
<b>Formamidinas</b>	Amitraz	Triatox®	14 dias para bovinos de corte e 24 horas para fêmeas produtoras de leite.
<b>Lactonas Macroclínicas</b>	-Ivermectina -Abamectina -Moxidectina -Doramectina	- Ivermeve Pour on® - Abamectina® -Calbos® - Cydectin® - Dectomax®	- 28 dias para bovinos de corte e carência zero para leite. - 35 dias para bovinos de corte e não deve ser aplicado em vacas leiteiras. - 28 dias para bovinos de corte e não deve ser aplicado em fêmeas leiteiras. - 35 dias para bovinos de corte e não

			deve ser aplicado em vacas leiteiras.
<b>Piretroides</b>	-Alfacipermetrina -Deltramina -Cipermetrina -Permetrina -Flumetrina	- Potenty® - Butox ® P CE 25 - Cipermetrina ®Calbos® - Unguento Vansil® - Bayticol Pour-on®	- 03 dias para bovinos de corte e 06 dias para vacas leiteiras. - - 10 dias após a última aplicação e 24 horas para vacas leiteiras. - - Zero carência.
<b>Fenilpirazoles</b>	Fipronil	Fiproline BV®	50 dias para bovinos de corte e não administrar em vacas leiteiras.
<b>Benzoilfeniluréias</b>	-Fluazuron -Diflubenzuron -Novaluron	- Acatack® - Difly® - Navatack Gold®	- 42 dias para bovinos de corte e não administrar em vacas leiterias. - Carência zero. - 06 dias para bovinos de corte e carência zero para leite.