



SERGIO JUNIOR FERREIRA SILVA

**RESISTÊNCIA DO CARRAPATO *Rhipicephalus (Boophilus)*
Microplus (CANESTRINI, 1888) E IMPACTOS NA PECUÁRIA: REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Ji-Paraná/RO
2020

SERGIO JUNIOR FERREIRA SILVA

**RESISTÊNCIA DO CARRAPATO *Rhipicephalus (Boophilus)*
Microplus (CANESTRINI, 1888) E IMPACTOS NA PECUÁRIA: REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Centro Universitário São Lucas, como requisito de aprovação para obtenção do Título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: Me. Paulo Henrique Gilio Gasparotto.

S586r

Silva, Sergio Junior Ferreira

Resistência do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus* (Canestrini, 1888) e impactos na pecuária: revisão bibliográfica / Sergio Junior Ferreira Silva. Ji-Paraná: Centro Universitário São Lucas, 2020.

55 p. il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Centro Universitário São Lucas, Curso Bacharelado em Medicina Veterinária, Ji-Paraná, 2020.

Orientador: Prof. Me. Paulo Henrique Gilio Gasparotto

1. Ectoparasita. 2. Resistência. 3. Métodos alternativos. I. Gasparotto, Paulo Henrique Gilio. II. Resistência do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus* (Canestrini, 1888) e impactos na pecuária: revisão bibliográfica. III. Centro Universitário São Lucas.

CDU 636.09

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário:
José Fernando S Magalhães - CRB 11/1091

SERGIO JUNIOR FERREIRA SILVA

**RESISTÊNCIA DO CARRAPATO *Rhipicephalus (Boophilus)*
Microplus (CANESTRINI, 1888) E IMPACTOS NA PECUÁRIA: REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Centro Universitário São Lucas, como requisito de aprovação para obtenção do Título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: Me. Paulo Henrique Gilio Gasparotto.

Ji-Paraná, 03 de julho de 2020.

Avaliação:

BANCA EXAMINADORA

Resultado: _____

Prof. Me. Paulo Henrique Gilio Gasparotto

Centro Universitário São Lucas
Ji-Paraná

Prof. Me. Ana Sabrina Coutinho Marques Rocha

Centro Universitário São Lucas
Ji-Paraná

Med. Vet. Gildo Ricardo Ribeiro.

Noxon saúde animal
Ji-Paraná

AGRADECIMENTOS

Hoje realmente tive a certeza que Deus não escolhe os capacitados e sim capacita seus escolhidos para exercerem aquilo que vos são designados, é nesta hora que cada momento vivido por mim nestes cinco anos passou por minha cabeça e hoje tenho certeza que sou a pessoa mais feliz desse mundo por estar vivendo esse momento. Quero agradecer primeiramente ao meu bom DEUS que com toda certeza trilhou meus caminhos da melhor maneira, sempre me capacitando espiritualmente para superar cada obstáculo (obrigado meu bom Deus).

Agradeço de imenso amor e gratidão meus pais Sergio Oliveira Silva e Silmara de Fátima Ferreira Silva que perderam muitas noites de sono comigo e sempre em qualquer hora quando precisei, me apoiaram sem medir seus esforços, me deram do bom e do melhor financeiramente, educacionalmente e espiritualmente, desde meu nascimento até a data de hoje para que esse momento de tamanha alegria e satisfação em minha vida acontecesse. Mais uma vez, obrigado por essa vitória que, mais que minha, é de vocês meus dois amores pai e mãe.

Também quero agradecer as minhas irmãs Izabela Cristina e Tayla Vitória que muito me apoiaram no decorrer destes cinco anos, e também ao meu avô José João da Silva (Sr. Dadá) por tudo que fez e me ensinou quando criança, sendo esses ensinamentos primordiais para que eu escolhesse esta profissão. Também agradeço muito a minha avó Izabel Oliveira Silva (in memoriam) que infelizmente não pode presenciar este momento de felicidade comigo, mas acredito que de onde estiver está muito feliz em me ver viver este momento. Obrigado por tudo (nunca esqueceremos da senhora).

Também quero agradecer a minha namorada Fabíula Freitas por tudo que fez e ainda faz por mim, minha companheira e sem dúvidas a melhor coisa que me aconteceu nesses cinco anos. Obrigado por tudo, te amo.

Quero agradecer ao meu orientador e mestre Paulo Henrique Gilio Gasparotto por ter paciência e me orientar nesse desafio e aos professores Ana Sabrina, Aliny Pontes Almeida, Andrea Smith, Geysa Viana, Renata Fuverki, Joao Luiz, Taciane Souza, Daniela Lemos, Thalia Domingos, Fernanda Cerqueira, Luiz Donizete que com muito ensinamento, esforço, dedicação e amor fizeram de mim o profissional que me tornarei hoje, além disso de uma forma especial quero agradecer aos professores Paulo Henrique Gilio Gasparotto que tive o imenso prazer de ser seu orientando e a

professora Ana Sabrina marques, pois além de levá-los como espelho por serem excelentes profissionais os levarei como grandes amigos para toda minha vida. Muito obrigado a vocês dois por tudo, especialmente pelos conselhos, oportunidades e cobranças para que eu pudesse me tornar o profissional qualificado e responsável, a todos os professores e em especial a vocês dois meu muito obrigado levarei cada um de vocês em meu coração por toda minha vida.

Quero agradecer a todos os meus amigos, em especial ao Jean Carlos de Ávila vulgo (guaribinha) meu primeiro amigo da faculdade que hoje tenho como um irmão. Passamos por muitos momentos juntos, muitas noites em claro, muitas táticas de estudo e muitas farras também, porque ninguém é de ferro. Um grande abraço meu amigo, Agradeço também ao Lucas Furtado, Leonardo brizeno de Souza (menino Léo) Daniel Almeida (vulgo batatinha), Humberto Ribeiro (Chico para os íntimos) e sua esposa Jéssica, Nelson e sua família, Luid Vimercati (mais conhecido como precocinho), Everson Pereira (vulgo John john), João Bosco (Mineiro), Luan Barbosa (Maçarico) e seus pais Edilson e Tereza, Flávia Freitas, Rodrigo Targa (Digão) e sua namorada Jaqueline, Rafael lima, Sergio de Souza (nego do Borel) e seus pais Sergio de Souza e Clair Freitag, Humbert Teixeira (Neni), Alan Gabriel, Rafael Santana, Aline Santana, Alini Osowski, Cassio Rocha e seu filho Osvaldo Henrique, Ana Paula Rocha e seus filhos Alex e Alexandre, Weliton Silva (country das colinas), Luana Custodio, Anderson lunardi, Carlos pommerening, Vitor Hugo (mata égua), e a todos que, ao decorrer destes cinco anos foram mais que amigos, foram minha família. Desejo de imenso coração que tenhamos uma amizade próspera e que possamos nos reencontrar e contar nossas histórias aos nossos filhos e netos. Um grande abraço!

RESUMO

A bovinocultura é um dos principais destaques do agronegócio brasileiro no cenário mundial. O país possui o maior rebanho comercial do mundo, destacando-se como maior exportador de proteína animal. No ano de 2018 foram abatidos cerca de 44,23 milhões de cabeças, com o total de 2.205,2 milhões de toneladas de carne exportadas comercialmente. Apesar de elevada eficiência na atividade, um dos grandes desafios da pecuária é controlar as infestações de ectoparasitas, principalmente àquelas ocasionadas por *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, conhecido popularmente como carrapato dos bovinos. Sua infestação no rebanho promove elevados prejuízos econômicos, sendo estes diretos e indiretos. Animais infestados por este ectoparasita tendem a perder peso e conseqüentemente apresentar queda na produtividade de carne e leite, além disso, o carrapato é responsável pela transmissão de agentes causadores de doenças, como a tristeza parasitária bovina, levando os produtores a dispenderem de grandes quantias em medicamentos para controlá-los. O *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, tem sua origem no continente asiático e ao longo do tempo, se difundiu para outras regiões do planeta. É um artrópode hematófago que ingere sangue do hospedeiro e o utiliza como nutriente, inclusive para produção de ovos. O uso de produtos químicos é a forma de controle mais difundida, tendo produtos à base de organofosforados, piretróides sintéticos, formamidinas, fenilpirazol lactonas macrocíclicas como exemplos de carrapaticidas amplamente utilizados. No entanto, o uso desses acaricidas muitas vezes de forma incorreta e o desconhecimento do ciclo biológico do parasita, contribuem para o desenvolvimento de resistência dos mesmos, trazendo a necessidade de novas tecnologias e meio alternativos de controle. A exemplo, destacam-se as biotecnologias com desenvolvimento de raças bovinas mais resistentes a infestação, rotação de pastagem para interromper o ciclo do carrapato e também utilização de fungos e medicamentos homeopáticos e fitoterápicos no controle do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.

Palavras-chave: Ectoparasita. Resistência. Métodos alternativos.

ABSTRACT

Cattle farming is one of the main highlights of Brazilian agribusiness on the world stage. The country has the largest commercial herd in the world, standing out as the largest exporter of animal protein. In 2018, about 44.23 million heads were slaughtered, with a total of 2,205.2 million tons of meat exported commercially. Despite high efficiency in the activity, one of the great challenges of livestock is to control ectoparasite infestations, especially those caused by *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, popularly known as cattle tick. Its infestation in the herd promotes high economic losses, both direct and indirect. Animals infested by this ectoparasite tend to lose weight and consequently show a drop in the productivity of meat and milk, in addition, the tick is responsible for the transmission of disease-causing agents, such as bovine parasitic sadness, leading producers to spend large amounts on medications to control them. The *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, has its origin in the Asian continent and, over time, has spread to other regions of the planet. It is a hematophagous arthropod that ingests blood from the host and uses it as a nutrient, including for egg production. The use of chemicals is the most widespread form of control, with products based on organophosphates, synthetic pyrethroids, formamidines, macrocyclic phenylpyrazole lactones as examples of widely used ticks. However, the use of these acaricides often incorrectly and the ignorance of the biological cycle of the parasite, contribute to the development of their resistance, bringing the need for new technologies and alternative means of control. For example, biotechnologies with the development of bovine breeds that are more resistant to infestation, rotation of pasture to interrupt the tick cycle and also the use of fungi and homeopathic and herbal medicines in the control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* stand out.

Keywords: Ectoparasite. Resistance. Alternative methods.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura – 1 Distribuição mundial do <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i>	18
Figura – 2 Estrutura do Gnatossoma em formato hexagonal do carrapato <i>Rhipicephalus microplus</i>	19
Figura – 3 Fase adulta do <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i>	19
Figura – 4 Ciclo do <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i>	20

ABREVIATURAS

AChEs	Acetilcolinesterases
BHC	Benzeno hexaclorido
Cl-	Canais de Cloro
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
ER	Eficiência Reprodutiva
EP	Eficiência do Produto
GABA	ácido γ -Aminobutírico
LMs	Lactonas macrocíclicas
octopamina	β ,4-dihidroxifenetilamina
PIB	Produto interno Bruto
TPB	Tristeza parasitária bovina
TIA	Teste de Imersão de Adultos
TPL	Teste do Pacote de Larvas
TIL	Teste de Imersão de larvas
TCE	Tricloroetileno

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO	14
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo geral	14
1.2.2 Objetivos específico	14
1.3 DELIMITAÇÃO DE ESTUDO.....	15
1.4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....	15
2. DESENVOLVIMENTO	16
2.1 IMPORTÂNCIA DA BOVINOCULTURA NA ECONOMIA BRASILEIRA.....	16
2.1.1 Bovinocultura na região norte	16
2.2 IMPACTOS DO <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> (CANESTRINI, 1888) NA BOVINOCULTURA	17
2.2.1 Tristeza parasitária bovina	19
2.3 <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> (CANESTRINI, 1888).....	20
2.3.1 Características morfológicas	21
2.4 CICLO BIOLÓGICO.....	22
2.4.1 Fase parasitária	23
2.4.2 Fase não parasitária	24
2.5 CONTROLE DO <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> (CANESTRINI, 1888) COM ACARICIDAS	25
2.5.1 Organofosforados	26
2.5.2 Piretróides sintéticos	27
2.5.3 Formamidinas	28
2.5.4 Lactonas macrocíclicas	29
2.5.5 Fenilpirazoles	30
2.6 RESISTÊNCIA DO <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> (CANESTRINI, 1888) AOS CARRAPATICIDAS.....	31
2.6.1 Mecanismos de resistência aos acaricidas	32
2.6.2 Testes para o diagnóstico de resistência	34
2.6.2.1 Teste de Imersão de Adultos	34
2.6.2.2 Teste do Pacote de Larva.....	35

2.6.2.3	Teste de Imersão de larvas	36
2.7	CONTROLE ESTRATÉGICO	36
2.7.1	Controle biológico	37
2.7.2	Controle orgânico a base de fitoterápicos e homeopáticos.....	38
2.8	PESQUISAS RELACIONADAS A RESISTÊNCIA DO <i>Rhipicephalus (Boophilus)</i> <i>microplus</i> AOS ACARICIDAS NA REGIÃO NORTE.....	39
3.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
	REFERÊNCIAS.....	42
	APÊNDICE.....	50

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura é um dos principais destaques do agronegócio brasileiro no cenário mundial. Ao final de 2018, o Brasil encerrou o ano com um rebanho de aproximadamente 214,7 milhões de cabeças, representando quase 14 % da totalidade mundial, tendo assim o maior rebanho comercial do mundo (ABIEC, 2019). A região Norte do Brasil ocupa papel importante no cenário da pecuária, com um crescimento constante na produção tanto de carne quanto de leite. Segundo um levantamento do IBGE, (2017) a região possui cerca de 47,9 milhões de cabeças, tendo o estado do Pará e Rondônia como destaque na criação de bovinos. No estado de Rondônia o setor foi responsável por 18,3% do PIB estadual, possuindo o sexto maior rebanho do país, com aproximadamente 13,6 milhões de cabeças em 2018 (ABIEC, 2019).

Apesar da bovinocultura ser uma atividade altamente produtiva no Brasil, existem diversos obstáculos relacionados à sanidade animal, especialmente àqueles ocasionados pelo carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (CANESTRINI, 1888), pois as condições climáticas das regiões tropicais e subtropicais possibilitam sua ocorrência durante todo o ano, e nas mais diversas regiões do país (BARCI et al., 2009). Estudos relacionados ao parasitismo causado pelo *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* apontam para um imenso prejuízo no Brasil, cerca de 3 bilhões de reais por ano (GRISI et al., 2014).

O controle dos carrapatos é realizado tradicionalmente pela utilização de substância ou produtos químicos, através da aplicação de acaricidas e quando utilizado corretamente torna-se eficiente. Porém, este controle frequentemente é utilizado de forma inadequada, levando ao desenvolvimento da resistência química, constituindo-se em um problema global (FREITAS et al., 2005).

Existem algumas formas de controle alternativos que vem sendo realizados com frequência devido aos problemas relacionados aos métodos de controle químico. Esses métodos podem reduzir a população do parasita a um limite aceitável e compatível com a produção. A exemplo, destacam-se o controle biológico, orgânico, e ainda àqueles a base de fitoterápicos e homeopáticos, obtidos através de plantas (SILVEIRA et al., 2014).

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

O elevado aumento a resistência do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* “carrapato dos bovinos” aos grupos de acaricidas presentes no mercado, ocasionado muitas vezes pela forma errônea do seu uso, principalmente no gado leiteiro, traz a necessidade da adoção de medidas estratégicas para tentar controlá-lo (ANDREOTTI, 2010). O uso do biocarrapaticidograma é uma das maneiras mais eficientes para detectar em uma propriedade qual o produto o carrapato possui ou não resistência, indicando assim o melhor a ser utilizado para combatê-lo (ANDREOTTI, 2010). Em relação ao controle biológico, estudos mostram resultados satisfatório na utilização de fungos contra o ectoparasita, além do uso de produtos fitoterápicos e homeopáticos, métodos estes alternativos para controlar as infestações e conseqüentemente diminuir o uso exacerbado de produtos químicos (SILVEIRA et al., 2014). A falta de informação relacionada a eficiência de um produto e o nível de resistência dos carrapatos aos mesmos, traz a necessidade da realização de estudos, principalmente na região Norte do Brasil, para que haja mais esclarecimentos aos pecuaristas sobre a correta utilização de acaricidas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

- Fazer uma revisão de literatura sobre a resistência do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (CANESTRINI, 1888) aos principais acaricidas utilizados atualmente na bovinocultura brasileira e com foco na região norte.

1.2.2 Objetivos específico

- Relatar os grandes prejuízos causados pelo *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus* (CANESTRINI, 1888) na pecuária brasileira.
- Descrever características especificados do *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus* (CANESTRINI, 1888).
- Retratar impactos causado pelo *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus* (CANESTRINI, 1888) na pecuária brasileira.

- Detalhar quais os grupos farmacológicos mais utilizados para combater o *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (CANESTRINI, 1888).
- Alternativas estratégicas para controlar o *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (CANESTRINI, 1888).

1.3 DELIMITAÇÃO DE ESTUDO

O presente trabalho faz uma revisão de literatura enfatizando um problema que causa grandes prejuízos a bovinocultura brasileira, a infestação por ectoparasitas, principalmente àquelas ocasionadas pelo *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (CANESTRINI, 1888), dando ênfase mais na região Norte do país, já que a mesma não dispõe de estudos suficientes relacionados ao tema. A revisão procura mostrar a importância da bovinocultura na economia brasileira, os impactos causados pelo ectoparasita, a dificuldade de combatê-lo devido a utilização errônea de produtos, e as alternativas de controle existentes.

1.4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

É de grande importância para enaltecer os dados disponíveis referente a resistência do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (CANESTRINI, 1888) aos principais acaricidas utilizados no seu controle e também meios estratégicos que dificultem tal resistência, principalmente na região Norte, já que esta enfrenta grandes problemas com a infestação de carrapatos, ocasionando assim, elevados prejuízos à atividade pecuária.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 IMPORTÂNCIA DA BOVINOCULTURA NA ECONOMIA BRASILEIRA

A bovinocultura é um dos principais destaques do agronegócio brasileiro no cenário mundial, no final do ano de 2018 o Brasil encerrou com um rebanho de aproximadamente 214,7 milhões de cabeças, isso representa quase 14 % do rebanho mundial, quando consideramos apenas os bovinos, sendo assim o maior rebanho comercial do mundo, (ABIEC, 2019). É o maior exportador de proteína do mundo, com o total de 2.205,2 milhões de toneladas de carne exportadas comercialmente, tornando a pecuária responsável por 8,7% do PIB (Produto interno Bruto) brasileiro. Em 2018, foi abatido cerca de 44,23 milhões de cabeças, totalizando 10,96 milhões de toneladas de carcaças bovinas. Deste total, 20,1% foram exportados para outros países (ABIEC, 2019). O sucesso na atividade é reflexo de um organizado processo de desenvolvimento que aumentou não só a produtividade, mas também a qualidade do produto brasileiro (GOMES, 2017).

Nas últimas décadas, a atividade leiteira brasileira vem evoluindo de forma contínua, resultando no crescimento consistente da produção (ROCHA e CARVALHO, 2018). A produção cresceu 371% entre 1974 e 2017, enquanto a média mundial ficou em 75%. Isso fez o Brasil saltar de décimo para terceiro maior produtor do mundo nesse período (CARVALHO e ROCHA, 2019). No ano de 2018 foram produzidos, aproximadamente, 35 bilhões de litros, tendo a atividade como uma das principais fontes de alavanca econômica para o país (EMBRAPA, 2019).

Embora com números expressivos, nota-se uma produtividade média por vaca inferior a 3 litros, que é considerada baixa quando comparada a países como os Estados Unidos, onde esse mesmo índice em 2017 atingiu os 9,9 L por vaca (ZOCCAL, 2018).

2.1.1 Bovinocultura na região norte

A região Norte possui um grande papel na pecuária brasileira, com um crescimento constante na produção tanto de carne quanto de leite. Segundo um

levantamento do IBGE (2017), a região possui cerca de 47,9 milhões de cabeças, tendo Pará e Rondônia como destaque na criação de bovinos.

No estado de Rondônia, a produção agropecuária tem significativa importância do ponto de vista socioeconômico. O estado possui aproximadamente 32.458 propriedades, sendo 80% consideradas como médias e pequenas e 20% como grandes (EMBRAPA, 2018). O setor foi responsável por 18,3% do PIB estadual e possui o sexto maior rebanho do país, com aproximadamente 13,6 milhões de cabeças em 2018 (ABIEC, 2019).

A carne bovina destaca-se como produto agropecuário de exportação do estado. Até o meio do ano de 2019, foram embarcadas 137,3 mil toneladas de carne para o exterior (ABIEC, 2019).

A quantidade de leite produzida no estado também tem um grande destaque na economia, provocando a expansão da indústria de laticínios e gerando empregos diretos e indiretos (ARAGÃO, et al, 2014). As pequenas propriedades leiteiras possuem produtividade média de 50 litros/dia, cujo volume representa 82,3% do total de leite produzido (EMBRAPA, 2018). Apesar do baixo índice de adoção de tecnologias, Rondônia figura como o sétimo estado brasileiro em produção de leite chegando a 863 milhões litros de leite no ano de 2017, consolidando o maior produtor da região Norte, com cerca de 48 % da produção da região (IBGE, 2018).

O gado leiteiro do estado é basicamente composto por animais mestiços formado a partir do cruzamento das raças Gir e Holandês formando a Girolanda. Essa mistura de raças é uma maneira de obter animais mais adaptável ao clima tropical do estado e com maior resistência a infestações de ectoparasitas principalmente sobre o carrapato dos bovinos *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (EMBRAPA, 2018).

2.2 IMPACTOS DO *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (CANESTRINI, 1888) NA BOVINOCULTURA

Com essa alta produtividade da bovinocultura do Brasil, existem diversos obstáculos relacionados à sanidade animal. Um deles é que, maior parte do rebanho brasileiro é criado a pasto, isso se dá pela grande extensão territorial de área de pastejo que está estimada em cerca de 174 milhões de hectares, composta em sua maioria, por pastagens naturais (LOBATO et al., 2014). Isso acaba contribuindo para a maior infestações por ectoparasitas, principalmente pelo carrapato *Rhipicephalus*

(Boophilus) microplus, pois as condições climáticas com regiões tropicais e subtropicais possibilita seu estabelecimento em praticamente o ano todo em todo território brasileiro (BARCI et al., 2009).

Estudos realizados na América do Sul avaliaram os prejuízos referentes a presença dos ectoparasitas, e declararam que no Brasil, as perdas alcançaram uma quantidade de 2,5 milhões de bovinos. O número é equivalente a 75 milhões de kg de carne e 1,5 bilhões de litros de leite. O estudo também mostra dados de danos secundários: 25 milhões de dólares usados com gastos em acaricidas na tentativa de combater os carrapatos (LIBERAL, 2019).

Outro problema é a maior suscetibilidade do gado leiteiro ao carrapato, pois as raças europeias ou mestiças são predominantes no país, e elas podem apresentar uma infestação 10 vezes maior do que os de raças zebuínas (PIPER et al., 2009).

Por este motivo buscou-se animais mais adaptados ao nosso clima tropical, através do cruzamento entre as raças zebuínas e taurinas, destacando-se o cruzamento da raça Gir com a Holandesa, dando origem à raça Girolando onde foi possível obter animais mais adaptados e produtivos, pleiteando-se a rusticidade da raça Gir e a produtividade da raça Holandesa. São animais de boa adaptabilidade, principalmente aos climas tropicais e de topografia difícil, como também a alimentação sob pastejo (IEPEC, 2016). O genótipo Girolando responsável por cerca de 80 % do volume total de leite produzido no país (SALGADO et al., 2016).

Os danos causados pelo carrapato são aqueles que estão diretamente relacionados ao hospedeiro na sua fase parasitária, com a ingestão de sangue pelo parasito que pode acarretar anemia, perdas de nutrientes e redução da ingestão de alimentos pelos bovinos. Fatores esses que levam a queda da produtividade do animal (FERRETO, 2013).

Com as altas taxas de infestações dos animais, os carrapatos provocam diversas lesões na pele, essas lesões podem levar a infecções secundárias e aparecimento de miíases, esse parasita também tem a capacidade de inocular doenças, como complexo da Tristeza parasitária bovina (COSTA et al., 2016).

Existem os gastos relacionados com o uso de acaricidas para tentar controlar os carrapatos, sendo que além das despesas com a compra dos produtos também a outro gasto referente a mão-de-obra na hora da aplicação. O uso de acaricidas desordenado sem conhecimento do ciclo biológico do parasita e a dosagem inadequada contribui para o aparecimento de população resistentes de carrapatos

(GARCIA et al., 2019). Além dos custos com a aplicação desses acaricidas, temos também os problemas relacionados aos residuais, pois muitos dos produtos utilizados deixam resíduos tanto na carne, quanto no leite, não permitindo o consumo do produto, tendo que descartar durante o período de carência do fármaco, e ainda existem os perigos relacionados a contaminação do ambiente referente ao mau uso dessas substâncias (GOMES 2011; GARCIA et al., 2019).

Os danos são causados majoritariamente pelas teleóginas, fêmeas adultas prenhes, já que as larvas e os machos são pequenos, elas são capazes de sugar de 2 a 3 ml de sangue por dia (GOMES et al., 2014). Uma teleógina pode causar uma diminuição de 9 ml de leite diária e cerca de 1,0 grama de peso vivo em uma vaca em lactação de alta produção. Nos bovinos de raças de corte, as perdas são estimadas em 1,18 a 1,31 gramas por carrapato, em cada animal infestado (JONSSON, 2006).

2.2.1 Tristeza parasitária bovina

A Tristeza parasitária bovina (TPB) é um complexo de enfermidades muito frequentes no rebanho brasileiro, é causada por um ou mais agentes etiológicos distintos, porém com sinais clínicos e epidemiologia similares que são: a babesiose provocada pela *Babesia bovis* e *Baesia bigemina* (protozoários) e a anaplasmose causada pela *Anaplasma marginale* (riquécia) sendo o vetor principal o *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* dessas doenças (GASPAR et al., 2018).

A anaplasmose e a babesiose, são agentes etiológicos que infectam as hemácias ou eritrócitos do animal e apresentam sinais clínicos parecidos, por esse motivo esses agentes enquadram no mesmo complexo de doença (Tristeza parasitária bovina) (GASPAR et al., 2018).

Os principais sinais clínicos da TPB são, anorexia, hipertermia, taquipneia, taquicardia, pelôs arrepiados, anemia intensa, icterícia (mais frequente e intensa na anaplasmose), hemoglobinúria (ausente na anaplasmose e mais intensa na babesiose por *Babesia bigemina*), abatimento, prostração, redução ou suspensão na quantidade de leite produzido pelo animal e sinais nervosos de ataxia, andar cambaleante, movimentos de pedalada, são ocasionados pelas lesões cerebrais, provocadas principalmente pela *Babesia bovis* (FARIAS, 2001).

Os danos causados pela TPB são variáveis, pois dependem muito da situação da imunidade do animal e da velocidade com que é realizado o diagnóstico e o

tratamento. Alguns animais adquirem certa resistência contra a TPB quando eles já tiveram contato com carrapatos e conseqüentemente tendem a apresentar sinais clínicos mais brandos da doença. Já animais que nunca tiveram contato com os agentes ou que estão há um certo tempo sem esse desafio, podem apresentar quadro grave de anemia com altas taxas de mortalidade, que podem alcançar 50%. Dentre os principais prejuízos causados pela TPB estão: diminuição na lactação e perda de peso, alguns animais podem ter infertilidade temporária, vacas prenhas podem abortar e em casos mais graves pode ir a óbito (GRISI et al., 2014).

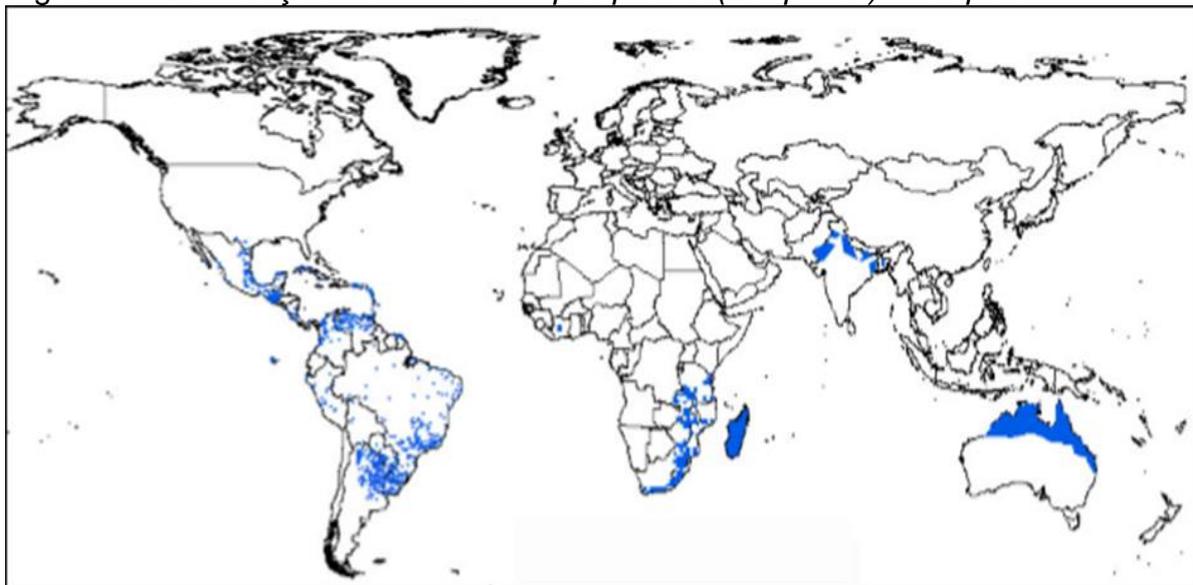
2.3 *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (CANESTRINI, 1888)

Existem, aproximadamente, 870 espécies de carrapatos descritas no mundo, todas agrupadas na subordem *Ixodida* (dividida em três famílias: *Ixodidae*, *Argasidae* e *Nuttalliellidae*). O *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, popularmente conhecido como carrapato do boi, é considerado o ectoparasita hematófago mais importante em bovinos no mundo (GRISI et al., 2014). É originário da Ásia., e com as grandes navegações transportando mercadorias e animais, houve sua disseminação para praticamente todos os lugares do mundo. No Brasil há 69 espécies já identificadas, sendo 46 pertencentes à família *Ixodidae* e 23 à família *Argasidae* (ACOSTA et al., 2016).

Estudos relacionados à sua filogenia molecular através de análises, que compararam sequências de DNA, mostraram grandes características semelhantes entre os gêneros *Rhipicephalus* e *Boophilus*, e por esse motivo o gênero *Boophilus* foi incluído como de um subgênero de *Rhipicephalus*, começando a se denominar então como *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (MURRELL e BARKER, 2003).

Ele pode ser encontrado em uma vasta distribuição mundial que se localiza na faixa abrangida no meio dos paralelos 40° Norte e 30° Sul, sendo regiões tropicais e subtropicais como Austrália, México, América Central, América do Sul e África demonstrado na (figura 1) (ROCHA, 2003).

Figura 1 – Distribuição mundial do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.



Fonte: International Conference on Computer Technologies and Development ICCTD, (2004).

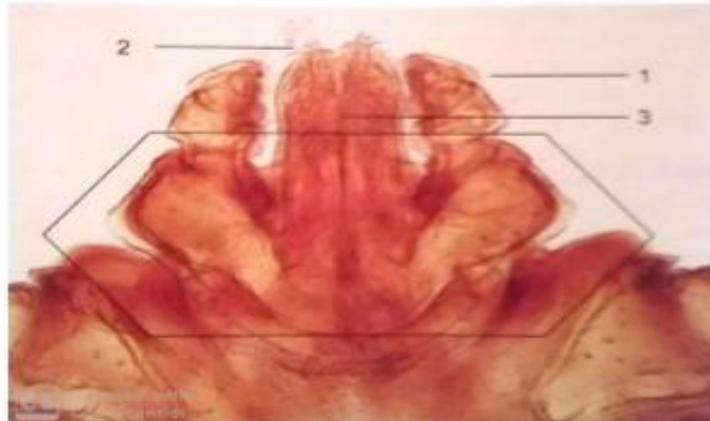
No Brasil, o *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* é encontrado praticamente em todo o território e sua presença é constante em quase todos os meses do ano, pois o país encontra condições climáticas favoráveis para o seu desenvolvimento, tendo possibilidade de desenvolver até cinco ciclos por ano, nas regiões onde as temperaturas médias anuais são de 17-33 ° C (FURLONG, 2005).

2.3.1 Características morfológicas

O *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, pertencente ao filo Arthropoda, classe: Arachnida, subclasse: Acari, ordem: Parasitiformes, subordem: Ixodida (metastigmata), família: Ixodidae conhecida como a família dos carrapatos duros contendo algumas particularidades como podemos observar na (figura 2). Ácaros desta família apresentam palpos, quilíceras e hipostômio, que são estruturas bucais de fixação (gnatossoma) no hospedeiro (TAYLOR et al., 2017).

O gênero *Rhipicephalus (Boophilus)* tem um escudo não ornamentado com hipostômio tendo de quatro a cinco séries de dentes de cada lado, com peritremas circulantes e não contendo festões marginais. Nos machos podem ser observados dois pares de placas adanais e no final do corpo formato de ponta curta e aguda formando um apêndice caudal (FORTES, 2004).

Figura 2 – Estrutura do Gnatossoma em formato hexagonal do carrapato *Rhipicephalus microplus*. Palpo (1), quelíceras (2) e hipostômio (3).



Fonte: TAYLOR et al., (2010).

O no estágio já adulto eles desenvolvem um gnatossoma pequeno e reto e suas pernas são de coloração esbranquiçadas. O corpo frequentemente é oval a retangular e seu escudo oval é mais largo na frente como podemos observar na (figura 3). O suco anal é bem mais visível na fêmea do que nos machos, e contorna todo o ânus. Seus espiráculos são de circulares à elípticos, as ninfas são portadoras de um escudo laranja acastanhado. O corpo é oval e largo em sua frente e possui coloração castanha azul-acinzentada e branca em seus lados (TAYLOR et al., 2017).

Figura 3 – Fase adulta do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.



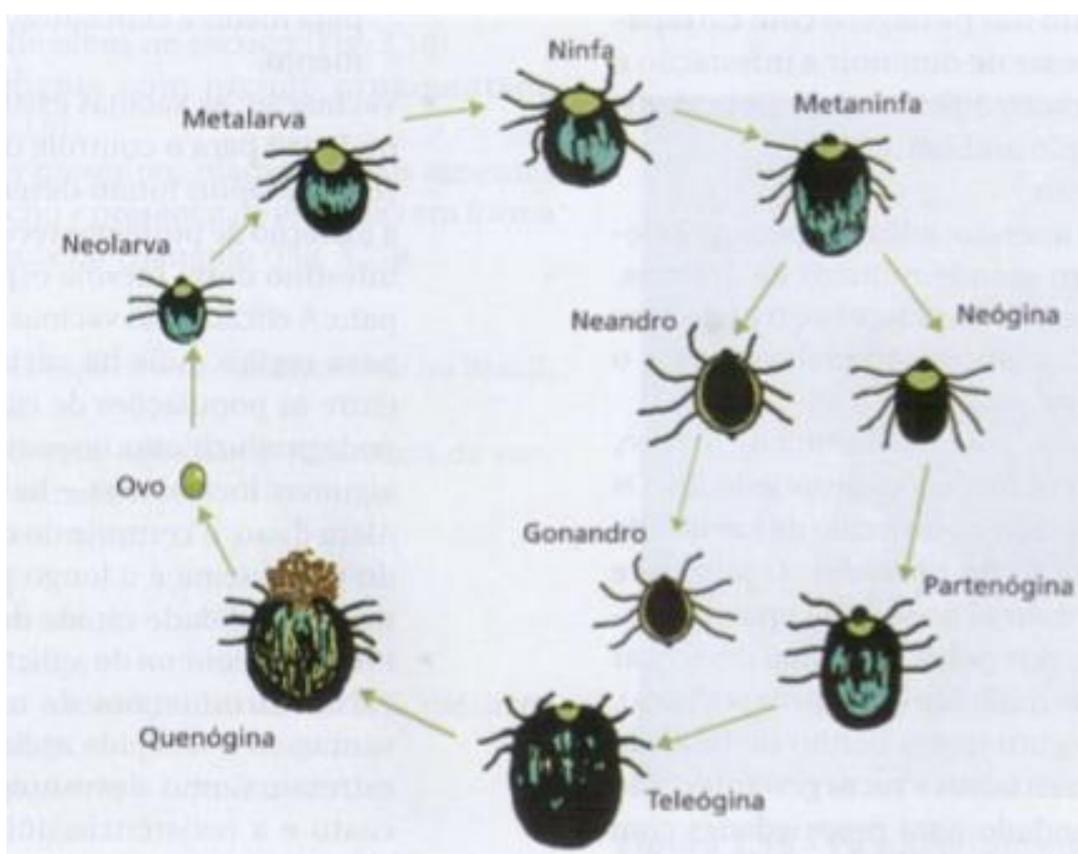
Fonte: ANDREOTTI, (2012).

2.4 CICLO BIOLÓGICO

O carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* tem um ciclo monoxeno, ou seja, vive em um único hospedeiro. Possui ciclo biológico dividido em duas fases: ciclo

de vida parasitária, que se inicia quando a larva infectante se prende ao hospedeiro e ciclo de vida livre ou não parasitária, que ocorre no ambiente quando as teleóginas que desprende do hospedeiro e busca um local adequado para fazer sua postura isso pode se prolongar por aproximadamente três meses, dependendo principalmente das condições climáticas da região (GONZÁLES, 2002).

Figura 4 – Ciclo do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.



Fonte: MONTEIRO, (2016).

2.4.1 Fase parasitária

A fase parasitária do carrapato (de larva a fêmeas ingurgitadas) normalmente é de 21 a 22 dias (MONTEIRO, 2016). É iniciada com a larva infestante, nessa fase o parasita já desenvolveu três pares de patas, sendo bastante ativa e necessária para subir no hospedeiro e se fixar. Essa fixação ocorre por meio das peças bucais e começa a se alimentar de linfa, para depois atingir o estágio de ninfa (FURLONG, 2005).

Nesse processo de aderência das larvas ao hospedeiro as glândulas salivares começam a secretar um material acelular viscoso que envolve as peças bucais formando um cone de cimento que fixa o carrapato na pele do hospedeiro. Nessas secreções salivares também se encontram substâncias farmacologicamente ativas com propriedades imunossupressoras, anti-inflamatórias, vasodilatadoras e anti-hemostáticas que permitem evadir o sistema imune do bovino e impedir a coagulação sanguínea favorecendo a alimentação do carrapato (PEREIRA et al., 2008).

Entre o quarto e o sétimo dia de fixação acontece a muda de larva para ninfa, estágio que em que o indivíduo permanece aproximadamente até o décimo sexto dia, nesta fase, o carrapato já se alimenta de sangue e passa para o próximo estágio que é a metaninfa na qual que acontece a diferenciação sexual, ao atingirem a fase adulta, acontece a fecundação das fêmeas e posteriormente o ingurgitamento, passando a ser denominadas teleóginas (FURLONG e PRATA, 2005). Sua queda do hospedeiro acontece entre o vigésimo primeiro e vigésimo terceiro dia após a fixação no hospedeiro, iniciando então a fase não parasitária (PEREIRA et al., 2008).

Os machos são cerca de 10 vezes menores que as fêmeas na fase adulta passa a se chamar Neandro, podendo permanecer por até 38 dias sobre o animal onde podem fecundar várias fêmeas. Neste período do ciclo biológico, o carrapato é pouco afetado pelas condições climáticas ambientais (PEREIRA et al., 2008).

A resistência do bovino ao carrapato sofrer influência quanto à época do ano, no qual se apresentam mais sensíveis no outono do que no inverno podendo ser explicado pelo fotoperíodo mais curto que afeta a resposta inflamatória no local da picada. Outros fatores como a coloração da pele e do pêlo influenciam tanto no comportamento dos bovinos como das larvas, aqueles de pelagem mais escura procuram locais mais protegidos do sol que são, também, locais de preferência dos carrapatos facilitando o ingresso das larvas aos animais, enquanto que os de pelagem mais clara são menos infestados (ANDREOTTI, 2012).

2.4.2 Fase não parasitária

A fase não parasitária começa logo após as teleóginas ingurgitadas caírem no solo, essa fase é conhecida por três estágios: fêmea adulta, ovo e larva infestante como podemos observar acima na (figura 4). Considera-se que aproximadamente 5% de uma população de carrapatos se encontra em parasitose, infestando o hospedeiro.

O restante 95% está no ambiente, na fase não parasitária, na forma de ovos, larvas ou fêmeas em período de pré-postura e postura (TAYLOR et al., 2017).

O período de pré-postura, tem em média a duração de 2 a 3 dias, podendo variar de acordo com a quantidade de nutrientes ingerida pela fêmea e também é influenciado pela temperatura, essa fase é diretamente afetada pelo clima, sendo que temperaturas baixas prolongam esse tempo, podendo variar de 3 a 44 dias. As teléoginas procuram um lugar de preferência úmido e sem influência direta dos raios solares, pois possui fototaxia negativa. Ao realizar a postura, cada fêmea tem capacidade de pôr de 2 a 3 mil ovos viáveis que, em condições ideais de temperatura e umidade, irão eclodir em um período de aproximadamente quinze dias. Logo após a postura as teléoginas apresenta uma coloração amarelada e morrem (MARTINS, 2001).

As larvas recém-emergidas são quase translúcidas e após a exposição ao ar sua cutícula se torna marrom-avermelhada. Elas se tornam infestantes quatro a seis dias após terem emergidas. Em seguida as larvas tendem a subir agrupadas nas hastes do capim, pois apresentam geotaxia negativa e fototaxia positiva, sendo este último, o fator predominante no comportamento de subida. Além disso, as larvas possuem um complexo de órgãos chamado de órgão de haller que possui capacidades sensoriais que fazem com que elas respondam aos estímulos olfatórios das secreções da pele e a expiração do gado. Sendo assim, as larvas ficam na espera do hospedeiro para iniciar a fase parasitária (PEREIRA et al., 2008).

2.5 CONTROLE DO *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (CANESTRINI, 1888) COM ACARICIDAS

O controle dos carrapatos é realizado tradicionalmente pela utilização de substância ou produtos químicos, através da aplicação de acaricidas e quando utilizado corretamente torna-se eficiente. Porém, este controle frequentemente é utilizado de forma incorreta, levando ao desenvolvimento da resistência química, constituindo-se em um problema global (FREITAS et al., 2005).

Os carrapaticidas podem ser encontrados sobre forma “de contato” ou sistêmicos, sendo que para animais em lactação é recomendado os acaricidas de contato, pois eles possuem ação relativamente rápida, diminuindo o risco de passar resíduos químicos para o leite, obrigando o seu descarte. Os carrapaticidas podem

ser aplicados em forma de banho de imersão, aspersão ou “pour on”, e são divididos em 5 grupos (FURLONG, 2000).

O fenilpirazol e as spinosinas (pertencentes ao grupo das lactonas macrocolíticas) são os fármacos desenvolvidos mais recentemente, entre os grupos químicos utilizados no controle do carrapato, porém possui ainda um custo elevado, fazendo com que aja uma predominância no uso de produtos que tem como o princípios ativos os piretroides sintéticos, organofosforado e amindinas devido ao menor custo destes produtos (BRITO et al., 2010).

2.5.1 Organofosforados

Foi descoberto em torno de 1955 para substituir os organoclorados mais antigo como DDT (Diclorodifeniltricloroetano) e BHC (Benzeno hexaclorido), que gerou preocupações devido a sua persistência no ambiente e acúmulo na gordura corporal de animais (GEORGE et al., 2008). Alguns compostos organofosforados também possuem propriedades herbicidas ou fungicidas (BLAGBURN; LINDSAY, 2003).

Esse grupo farmacológico demonstra ser bastante eficiente no combate do carrapato, o Assuntol é produto mais empregado desse grupo e hoje em dia pode ser encontrado em associações com produtos bernicidas e piretróides sintéticos (FURLONG e MARTINS, 2000). Atualmente, existem várias associações deste grupo com os piretróides sintéticos no intuito de potencializar o efeito dos e diminuir a chance de resistência do carrapato aos medicamentos (FURLONG, 2000).

Os organofosforados agem nos genes responsáveis pela estimulação da atividade enzimática das acetilcolinesterases (AChEs) no sistema nervoso central dos artrópodes que é essencial para coordenação dos processos vitais dos organismos. Eles atuam inibindo irreversivelmente a ação da enzima, AChE, provocando excitação nervosa e provocando paralisia e a morte do parasita (MASON et al., 1984).

Embora já foram realizadas várias pesquisas com intuito de identificar os mecanismos de resistência aos organofosforados essa espécie de carrapato, não obteve êxito e ainda se conhece muito pouco sobre as bases moleculares envolvidas nesse processo. Uma das hipóteses são que a resistência aos pesticidas organofosforados é desenvolvida e mantida através de um complexo envolvendo vários fatores da AChEs (TEMEYER et al., 2013).

2.5.2 Piretróides sintéticos

Foram desenvolvidos em 1977 após o surgimento de resistência ao organofosforados tradicionalmente usados no país na década de 1980 (ANDREOTTI, 2012). A princípio foi desenvolvida de um composto da piretrina, extraído de plantas do gênero *Chrysanthemum spp.* Com passar do tempo conseguiram desenvolver os piretroides sintéticos, os quais são mais estáveis e possui um efeito de maior duração que as piretrinas, pois os mesmos tem uma menor sensibilidade à luz e ao ar, também é solúvel na maioria dos solventes orgânicos e biodegradáveis (SODERLUND et al., 2002).

Estes compostos são classificados em dois tipos. O tipo I não possuem nenhuma associação com α -ciano (responsável por distinguir os níveis de toxicidade ao composto), os quais são usados sob forma de spray para controle de ambientes domésticos. Já os tipos II possuem essa associação com o α -ciano, e são utilizados como acaricidas nos animais (SARTOR; BICUDO, 1999).

Esse grupo foi desenvolvido com o intuito de ser menos tóxico aos animais e com maior poder residual, com isso esse grupo teve bastante aceitação no mercado. A Deltametrina, Cipermetrina e Alfametrina são os princípios ativos mais utilizados dentre o grupo, sendo o Bayticol e o Butox como produtos comerciais mais conhecidos (FURLONG, 2000).

Surgiram ainda às associações dos piretroides com os organofosforados, produtos esses que possuem menor custo, por apresentarem uma quantidade de piretroides menor, dessa forma, são eficientes no controle de resistência aos organofosforados. O consumo das associações além de combater as resistências as quais são propostas serve também para conter a resistência ao amitraz (MARTINS et al., 2001).

Os piretroides se ligam especificamente as proteínas dos canais de sódios, impedindo o seu fechamento, com isso vai provocar uma excitação dos canais não havendo sua estabilização. Conseqüentemente os neurônios não conseguem voltar à posição normal de repouso acarretando no bloqueio das transmissões dos impulsos nervosos, esta ação resulta em várias descargas provocando a despolarização da membrana e subsequente morte do artrópode alvo. (BRITO et al., 2015).

Segundo Soderlund et al. (2002) em seus estudos, os piretroides foram classificados com baixa toxicidade para os mamíferos, além de não deixar resíduo no tecido animal.

A primeira constatação de resistência dos piretróides sintéticos foi nos anos 80, na Austrália, no Brasil tiveram os primeiros relatos de resistência a este grupo químico no Rio Grande do Sul (LEITE, 1988).

2.5.3 Formamidinas

Foi inserida no mercado na década de 1970, no intuito de substituir os produtos de organofosforados, pois estava tendo muitos casos de resistência relacionado a esse grupo. Além de ser menos tóxico, tanto para os bovinos quanto para os humanos, as drogas deste grupo possuem um poder residual de 14 dias, possibilitando que seja realizado tratamento com maiores intervalos e período de carência para bovinos de leite e corte de 24 horas e 14 dias (ABBAS, 2014).

Atualmente, o Amitraz é o principal ingrediente ativo desse grupo em atividade no mercado carrapaticida a mais de 30 anos. Este produto possui uma toxicidade mínima para bovinos e para os seres humanos, não apresentando período de retenção na carne. Assim sua aplicação torna-se viável por apresentar um curto período de carência e por ser rapidamente degradado no ambiente (JONSSON; HOPE, 2007).

O mecanismo de ação das formamidinas ainda não foi totalmente esclarecido. Vários estudos foram realizados para esclarecer o mecanismo de ação desta base química, acredita-se que seu efeito se dá através da junção da molécula do fármaco com os receptores da octopamina (β ,4-dihidroxifenetilamina) e α 2adrenoreceptores localizados no sistema nervoso central de artrópodes (ABBAS et al., 2014; JONSSON et al., 2018). A molécula do Amitraz, apresenta uma ação semelhante à octopamina, ela vai fazer com que aja uma hiperestimulação das sinapses octopaminérgicas com isso vai haver alterações nos mecanismos entreposto pela proteína G, levando o a ter tremores e convulsão (JONSSON et al., 2018).

Estudos mostraram que estes produtos atuam nos canais de sódio da membrana nervosa do carrapato, além de ser um agonista em receptores alfa-adrenérgicos. As formamidinas bloqueia o processo de liberação de ovos nas

teléoginas, isso acontece porque esse grupo impede a contração da musculatura responsável pela oviposição (SARTOR; BICUDO, 2006).

Apesar dos mecanismos de efeito para o amitraz não estarem ainda completamente compreendidos, tanto esse pesticida quanto outras formamidinas estão a uma classe de pesticidas que resultam em um mecanismo de ação distinto (SARTOR; BICUDO, 2006).

A resistência do Amitraz aos carrapatos já foi relatado em vários países como: Venezuela (BRAVO, et al., 2008); Austrália (JONSSON et al., 2010); México (RODRIGUEZ-VIVAS et al., 2006); no Brasil já se tem vários relatos de resistência a esse princípio ativo (MILLER et al., 2002; SANTOS et al., 2008; CAMPOS-JUNIOR et al., 2010).

2.5.4 Lactonas macrocíclicas

Esse grupo foi desenvolvido nos anos 70 começando a ser utilizado comercialmente a partir do ano de 1979, no Brasil seu primeiro uso foi em ovinos, posteriormente revolucionou o mercado internacional de antiparasitários, pois esses acaricidas combatem tanto ecto como endoparasitária, sendo uma ferramenta responsável para controlar dos carrapatos e nematoides (FURLONG & MARTINS, 2000).

As lactonas macrocíclicas (LMs) contém duas classes que apresentam atividade acaricida: as avermectinas e as milbemicinas, sendo que são produtos obtidos através de derivados da fermentação de bactérias (LASOTA; DYBAS, 1991). Avermectinas são derivadas da *Streptomyces avermitilis*. Sendo esta bactéria participante do grupo dos Actinomicetos e pode ser encontrado no solo. A ivermectina, abamectina e doramectina foram os principais subgrupos mais utilizados no Brasil para combater os carrapatos (KIM; GOODFELLOW, 2002). Enquanto que as milbemicinas são derivados dos produtos de fermentação de *Streptomyces hygroscopicus áureo lacrimosus*, no entanto somente a moxidectina que é uma milbemicinas é comercializada como carrapaticida (LASOTA; DYBAS, 1991).

Essas lactonas macrocíclicas foram desenvolvidas para ser o uso de forma sistêmica com uma dosagem bem baixa para controlar os carrapatos. Podem ser encontrados desses produtos com concentração entre 1% a 3,5%, sendo a

abamectina e ivermectina as mais disponíveis nos ectoparasiticidas comerciais registrados (SINDAN, 2018),

Essa base química é incumbida de abrir os canais de Cloro (Cl⁻) mediados por ácido γ -Aminobutírico (GABA), devido à alta afinidade do fármaco aos canais de cloro controlados pelo glutamato, os fármacos acaba gerando influxo desses íons, resultando em paralisia e morte dos artrópodes e nematóides (SHOOP *et al.*, 1995; WOLSTENHOLME, 2012).

O primeiro relato de resistência a esse grupo químico no Brasil foi feito através de teste a campo (MARTINS; FURLONG, 2001), demonstrando resistência do carrapato à doramectina, manifestando resistência cruzada com ivermectina. Klafke *et al.*, (2006) também realizou teste *in vitro*, onde detectou outra população de carrapatos resistente a ivermectina no estado de São Paulo.

2.5.5 Fenilpirazoles

O fipronil é o principal produto desta classe de acaricidas, ele foi desenvolvido primeiramente para o controlar insetos considerados pragas agrícolas na década de 1980, posteriormente na década de 1990 passou também a ser utilizado na medicina veterinária para o controle de parasitos externos (HAINZL; CASIDA, 1996). Os produtos desse grupo são encontrados principalmente na forma de pour-on, tendo sua ação sistêmica (SIMON-DELISO *et al.*, 2015), se caracteriza pela rápida distribuição do princípio ativo pelo corpo do animal a partir de pontos de aplicação ao longo da linha dorsal (GEORGE; POUND; DAVEY, 2004). Porém, não podendo ser utilizado em animais em lactação (ANDREOTTI, 2010).

O mecanismo de ação é semelhante às avermectinas atuando no sistema nervoso central dos carrapatos, ele age no bloqueio de íons cloreto controlados por GABA (GABA-Cl) presente no sistema nervoso central dos artrópodes. Esses receptores GABA são responsáveis pela hiperexcitação do sistema nervoso e consequente leva a morte do parasita. O fipronil tem uma característica de ter uma maior toxicidade seletiva para os artrópodes, pois sua ação faz com que ocorra o bloqueio dos canais de íons cloreto ativados por glutamato, já que mamíferos não possuem canais de íons cloreto (NARAHASHI *et al.*, 2007).

Os primeiros registros de resistência dos carrapatos ao Fipronil surgiram no Uruguai (CASTRO JANER *et al.*, 2009), no Brasil estudos revelaram em vários

estados como Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais (CASTRO JANER et al., 2010).

2.6 RESISTÊNCIA DO *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (CANESTRINI, 1888) AOS CARRAPATICIDAS

Nas últimas décadas, o controle do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* com produtos químicos tem se concretizado como a forma prioritária, por ser prático, eficaz e econômico. Diante da exposição contínua aos compostos químicos, os carrapatos têm desenvolvido ao longo dos anos, um mecanismo de sobrevivência capaz de tolerar os ingredientes ativos utilizados para controlá-los, fenômeno conhecido como resistência (SPAGNOL; PARANHOS; ALBUQUERQUE, 2010).

Segundo FAO (2004) a resistência pode ser definida como um aumento significativo no número de carrapatos, capazes de tolerar doses de drogas comprovadamente letais para a maioria dos indivíduos da mesma espécie.

Os primeiros relatos dessa resistência do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* aos acaricidas foram feitos em 1936, na Austrália ao e em 1938 na África do Sul após décadas de uso do arsênico. Hoje já há relatos de resistência de praticamente todas as classes de acaricidas disponíveis comercialmente no Brasil (MARTINS e FURLONG, 2001; MENDES et al., 2011; RECK et al., 2014). Essa resistência dos carrapatos aos acaricidas tem avançado, sobretudo em rebanhos com aptidão leiteira, pois são altamente suscetíveis a esses parasitos, que se tornaram praticamente imunes aos princípios ativos (OLIVEIRA, 2002).

Um indício do desenvolvimento de resistência do produto no rebanho se dá quando utilizado sob condições adequadas de aplicação uma quantidade indicada de calda por animal e essa dosagem já não demonstra o mesmo efeito das aplicações anteriores (BENAVIDES et al., 2001).

As populações de carrapatos, que ao serem expostas aos acaricidas, tiverem seu potencial de sobrevivência e reprodução preservados, podem ser consideradas resistentes. A grande preocupação é que já está comprovado que o *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* pode desenvolver resistência mais rapidamente que outros carrapatos, por possuir um curto período de tempo entre as gerações (KOCAN, 1995). Tal fato, quando somado à pressão seletiva que sofrem por excesso de aplicação de carrapaticidas, favorece o surgimento de populações geneticamente diferentes. Essa

diferença pode estar relacionada à sensibilidade a uma determinada droga, promovendo gerações resistentes (RANDOLPH 2004).

O grande problema do desenvolvimento de resistência de um artrópode à um determinado produto, é que todos os outros produtos da mesma família vão apresentar resistência e também produtos que agem no mesmo sítio de ligação no parasita, isso faz com que o controle químico fique quase inviável (BRITO et al., 2015).

Para o surgimento de novos carrapaticidas, bem como o seu registro que permite sua comercialização no mercado veterinário, é preciso um longo tempo de pesquisas, fato que não acompanha a demanda por novos produtos devido ao rápido aparecimento de resistência às bases químicas atualmente disponíveis (WILLADSEN, 2006). Além disso, o alto custo para o desenvolvimento de novas moléculas e a falta de garantia e sucesso, tornam-se uma grande dificuldade de encontrar produtos que tenham uma eficácia satisfatória sobre cepas de campo (GRAF et al., 2005). No Brasil, existe uma grande exigência para obter o registro de um novo acaricida para que possa ser comercializado, se faz necessário a comprovação de uma eficácia acima de 95 % para cepas sensíveis de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (KLAFKE et al., 2006).

2.6.1 Mecanismos de resistência aos acaricidas

Entende-se por resistência a capacidade de certo organismo possui em resistir uma quantidade ou dosagem de um composto químico específico que seria neste caso letal para uma grande quantidade dos indivíduos daquela mesma espécie ou população (FAO, 2004). Estudos revela que essa resistência pode estar ligado em alterações genéticas de alguns parasitos, principalmente aquelas que conseguem modificar o sítio de ação do fármaco, aumentar o metabolismo do medicamento, ou ainda aqueles que consegue reduzir a capacidade do princípio ativo de penetrar no seu corpo através das camadas protetoras do exoesqueleto (GUERRERO et al., 2012).

Os indivíduos resistentes sobrevivem à pressão de seleção graças a mecanismos fisiológicos, comportamentais e cuticular que permitem a sua adaptação evolutiva. Os mecanismos fisiológicos e os genes que os regulam têm sido cada vez mais estudados. Esses mecanismos são principalmente: a diminuição da penetração cuticular da droga, a capacidade que as moléculas tóxicas tem de sequestrar ou

mesmo insensibilizar o composto tóxico e aumento de detoxificação celular. Basicamente três sistemas enzimáticos podem estar envolvidos no metabolismo de inseticidas em geral: os citocromos P450, as esterases e as glutatona S-transferases (RANSON et al., 2002).

Os citocromos P450 são um grupo de enzimas que consegue estimular uma grande variedade de reações químicas e agem sobre diversos substratos, oxidando compostos endógenos e exógenos ou tornando os compostos tóxicos mais solúveis, facilitando a sua excreção. As P450 monoxigenases são enzimas capazes de detoxificar artrópodes, inclusive *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* de piretróides e organofosforados. As esterases estão envolvidas na detoxificação de organofosforados, em especial as acetilcolinesterases (AChE) e as carboxipeptidases. E por fim, as glutatona S-transferases, são capazes de conjugar a glutatona reduzida aos centros eletrofílicos de compostos exógenos e endógenos, para formar um composto mais solúvel e fácil de ser excretado. Elas são responsáveis pela detoxificação de organoclorados (DDT), organofosforados e piretróides sintéticos e ivermectina (LI et al., 2007; STUMPF; NAUEN, 2002).

A resistência comportamental e cuticular é pouco frequente e pouco estudada. No primeiro caso, A resistência comportamental é pouco conhecida em carrapatos. No caso da resistência cuticular, o engrossamento da cutícula reduz a penetração do pesticida. Esses dois tipos de resistência são pouco frequentes e geralmente pouco efetivos quando se apresentam sozinhos, mas combinados com outros mecanismos podem contribuir para um nível mais elevado de resistência (GUERRERO et al., 2012).

A velocidade na qual a resistência pode se desenvolver em uma determinada população de carrapatos depende de vários fatores como, a frequência inicial de genes de resistência, a intensidade de pressão de seleção e a quantidade de indivíduos que não entrou em contato com o acaricida (refugia). Em geral, a frequência de genes que conferem resistência é muito baixa em populações que não tenham sofrido uma pressão de seleção. No entanto, quando um produto químico é usado de forma intensiva, acaba por eliminar os carrapatos sensíveis, persistindo só os genes de resistência dentro de população, que será transmitido para as próximas gerações (ABBAS et al., 2014).

O *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* por ter todo seu ciclo em um único hospedeiro, sendo assim sua capacidade de adquirir resistência ocorre de forma mais rápida do que nos demais ixodídeos, pois suas gerações são mais curtas e a maior

exposição do carrapato nas formas ainda em desenvolvimento aos compostos químicos levando assim uma maior pressão de seleção (SABATINI, 2001).

2.6.2 Testes para o diagnóstico de resistência

Os testes para detectar a resistência dos carrapatos aos princípios ativos é essencial, pois auxilia na escolha do melhor acaricida que vai ser melhor empregado em uma determinada população de carrapatos prevenindo para que esse fenômeno não se dissemine de forma indiscriminada (ANDREOTTI, 2010).

De acordo com a FAO (2004), esses testes laboratoriais que detectam a resistência do carrapato devem apresentar certos requisitos fundamentais como sensibilidade de identificação da resistência no início do seu surgimento, capacidade de englobar todos os grupos de acaricidas que estão disponíveis no mercado, também tem que ser simples de realizar, custo acessível e fornecer um resultado rápido e confiável. Atualmente, a detecção da resistência é realizada por bioensaios *in vivo* ou *in vitro* e técnicas moleculares. Atualmente os testes de avaliação *in vitro* são os que mais se enquadram nesses requisitos, por isso são os mais indicados para verificação fenotípica de resistência, dentre esses estão os testes feitos com larvas e fêmeas ingurgitadas do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Os testes utilizados para essa avaliação são: Teste de Imersão de Adultos (TIA), Teste do Pacote de Larvas (TPL), e o Teste de Imersão de larvas (TIL).

2.6.2.1 Teste de Imersão de Adultos

Neste teste se baseia em uma avaliação entre as taxas de mortalidade de fêmeas e também nos percentuais de eficácia dos princípios ativos testado sobre os parâmetros reprodutivos das teléoginas, entre dois grupos: tratado e controle (JONSSON et al., 2007). É de fácil execução e os produtos comerciais podem ser usados, evitando dificuldades na obtenção do produto técnico, e pode ser utilizado para medir a eficiência de um determinado acaricida contra várias espécies de carrapatos (BRITO et al., 2014).

A técnica descrita por Drumond et al. (1973), tem seu embasamento na separação de teleóginas ingurgitadas em grupos de dez, primeiramente são pesadas, depois imersas nos acaricidas disponíveis por 30 segundos, e depois são retiradas e

colocadas em papel toalha para secar e então levadas para estufa por 15 dias, em uma temperatura média de 27° C e com uma umidade de 85 a 90%, após esse período é observada a ovoposição, e cada grupo tem seus ovos pesados separadamente e novamente colocada na estufa com a mesma temperatura utilizada anteriormente e as teleóginas levadas para verificação de eclosão.

A análise da eclosão e sua viabilidade após seis semanas, propicia a avaliação do índice de eficácia de cada produto comercial através das seguintes fórmulas (DRUMOND *et al*, 1973):

- Eficiência Reprodutiva (ER):

$$ER = \frac{\text{Peso da massa de ovos} \times \% \text{ eclosão} \times 20000}{\text{Peso das teleóginas}}$$

- Eficiência do Produto (EP):

$$\% \text{ de controle} = \frac{ER \text{ (não tratado)} - ER \text{ (tratado)}}{ER \text{ (não tratado)}} \times 100$$

2.6.2.2 Teste do Pacote de Larva

O TPL é um bioensaio que foi desenvolvido na Austrália e posteriormente seu protocolo vem sendo amplamente utilizado na América Latina e na África (BRITO *et al.*, 2014). Desenvolvido por Stone; Haydock (1962) é baseado na exposição de larvas de carrapato a papéis filtro impregnados quimicamente, sendo quantificada a mortalidade subsequente após 24 horas.

Esse teste utiliza larvas para o diagnóstico de resistência do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, no entanto também pode ser feito em outras espécies de ixodídeos (BRITO *et al.*, 2014). O TPL utiliza carrapaticidas com concentrações diferentes que são dissolvidos em tricloroetileno (TCE) e azeite e, em seguida, diluídos seriadamente para obtenção de concentrações decrescentes da droga. Um volume de aproximadamente 0,7 mL de cada diluição é aplicado a um papel filtro (cerca de 7,5-10 cm). Após a secagem dos papéis tratados as larvas são inseridas em cada pacote por meio de um pincel fino e depois selado formando um pacote. Esses serão incubados a temperatura de 27-28°C e umidade relativa do ar de 80-95% (BRITO *et al.*, 2014).

2.6.2.3 Teste de Imersão de larvas

O TIL, é um bioensaio que é realizado com larvas e foi desenvolvido por Shaw (1966), e mais tarde modificado por Sabatini *et al.* (2001), esse teste não é utilizado frequentemente como o TIA e o TPL, no entanto os seus resultados são similares com o TPL. Para o diagnóstico deste teste as larvas são colocadas em tubos com diferentes tipos de acaricidas e deixadas imersas durante dez minutos, depois são retiradas dos tubos e colocadas em papel filtro e enroladas formando pacotes, em seguida os pacotes são levados para a estufa em uma temperatura 27° e umidade de 85 a 90% durante 24 horas, e após esse tempo os pacotes são abertos e então é analisada a taxa de mortalidade das larvas (SABATINI *et al.* 2001).

O TIL é utilizado principalmente para a detecção de resistência à ivermectina e fipronil e se mostrou mais eficiente do que o TPL para a detecção de resistência a estes dois compostos (CASTRO-JANER *et al.*, 2009; KLAFKE *et al.*, 2012).

2.7 CONTROLE ESTRATÉGICO

Os insucessos no controle do carrapato bovino são devidos, principalmente, à tentativa de controle apenas na fase parasitária. A maior parte da população dos carrapatos está na pastagem (FURLONG, 2000). A aplicação de carrapaticidas é geralmente realizada baseada apenas na visualização do carrapato (formas adultas) ou no nível de infestação dos animais. A variação da carga parasitária entre hospedeiros mais ou menos suscetíveis, ou ainda nas diferentes categorias, não é levada em consideração (VERÍSSIMO, 2015).

Um controle eficiente do carrapato em uma propriedade depende de vários fatores relacionados com o rebanho (tamanho, raças, cruzamentos), com as pastagens (variedades e lotação), parasitos (número de gerações, eficácia dos parasiticidas), sistema de produção, clima, época do ano e outros fatores (ALMEIDA, 2005).

A uma das alternativas mais eficaz para controlar a população de carrapatos é a criação de raças ou animais resistentes, pois controla efetivamente, uma vez que os bovinos é seu principal hospedeiro, também é mais viável economicamente, uma vez que não há gasto com produtos químicos para controlar o parasita, poucas perdas econômicas ocasionado por perda de peso dos animais e diminuição na produção de

leite. Animais resistentes, diminui consideravelmente o número teleóginas que consegue fixa, e as que consegue não se desenvolve completamente, pois, nestes animais, os carrapatos têm dificuldade de se alimentar e ficam menores, reduzindo a capacidade de produzir ovos, e, conseqüentemente, menos larvas, fazendo com que aja menos infestação das pastagens (VERÍSSIMO, 2013).

Existem algumas formas de controle alternativos que vem sendo realizados com frequência devido aos problemas relacionados aos métodos de controle químico. Esses métodos podem reduzir a população do parasita a um limite aceitável, compatível com a produção. No entanto, essas estratégias também têm limitações e são consideradas efetivas apenas em conjunto com outras medidas. Existem alguns produtos utilizados de maneira alternativas, nos quais podemos destacar sendo eles o controle biológico, orgânico a base de fitoterápicos e homeopáticos (SILVEIRA et al., 2014).

2.7.1 Controle biológico

O controle biológico é uma abordagem cada vez mais atraente para o controle de carrapatos, pois quanto menos acaricidas por utilizados, mais se preservam os inimigos naturais deste parasita, uma vez que é administrado a medicamento no animal ele vai afastar ou eliminar esses predadores naturais. Existem vários predadores do carrapato como, formigas, besouros, aranhas, ratos, sapos, Garça Vaqueira e etc. (VERÍSSIMO, 2013).

A utilização de fungos no controle do carrapato tem sido muito estudada nos últimos anos, entre eles os pertencentes aos gêneros *Metarhizium* e *Beauveria*, demonstrou resultados satisfatórios como método alternativo e promissor para diminuir o uso exclusivo de produtos químicos (FERNANDES et al. 2012).

Segundo Fuxa e Tannada (1987) os fungos entomopatogênicos são definidos por terem uma elevada taxa de crescimento, eles possuem uma alta taxa de produção das unidades infectantes, são capazes de sobreviver no ambiente do hospedeiro, resistem as barreiras físico-químicas do tegumento e da hemolinfa e provoca rapidamente a morte do seu hospedeiro.

Experimentos *in vitro* com o fungo *Metarhizium anisopliae* isolados sobre fêmeas ingurgitadas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* mostram que, dependendo da concentração de esporos na suspensão utilizada podem causar morte

de até 100% dos carrapatos infectados (FRAZZON et al., 2000). Trabalho efetuado no Brasil, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, constatou que uma formulação comercial do fungo *Metarhizium anisopliae*, quando adicionada a 10% de óleo mineral, proporciona uma eficácia com média de 47.74%, em relação a animais controle, que não receberam nada (CAMARGO et al., 2014). No entanto, nenhum produto fúngico é registrado para controle de carrapatos no Brasil (MASCARIN et al. 2019). Fatores ambientais abióticos como altas temperaturas podem limitar o desenvolvimento de espécies de *Metarhizium* e reduzir sua eficácia em programas de controle biológico (LEEMON e JONSSON 2008).

Também vem sendo realizadas pesquisas com nematoides entomopatogênicos, onde foi demonstrado eficiente no uso para o controle biológico do carrapato, podendo ser associados ou não com óleos de plantas medicinais ou fungos entomopatogênicos (MONTEIRO et al., 2013).

2.7.2 Controle orgânico a base de fitoterápicos e homeopáticos

As plantas possuem naturalmente mecanismos de defesa contra predadores, normalmente caracterizado por substâncias bioativas (GONÇALVES; HUERTA; FREITAG, 2016). Diversas classes de metabólitos secundários de algumas plantas podem ter potencial para agir contra microrganismos e insetos, podendo ser explorados para controle de pragas parasitárias (CAMPOS et al., 2012). as pesquisas e testes com as plantas ainda são poucas, porém, trabalhos realizados utilizaram óleos essenciais e concentrados emulsionáveis como de eucalipto, rotenóides extraídos do timbó, e sementes da árvore cinamomo mostraram-se promissores no controle desse ácaro (VERÍSSIMO, 2003).

Apesar dos resultados satisfatórios com novas moléculas a base de plantas para o controle do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus in vitro*, apenas alguns desses foram avaliados em experimentos *in vivo*. Além disso, bons resultados *in vitro* com fitoterápicos podem não se repetir em ensaios a campo, devido a alguns fatores limitantes, como variações químicas causadas por fatores bióticos e abióticos nos pós e pré-colheita do material vegetal, podendo alterar a bioatividade do produto final (GEORGE et al., 2014).

Já a homeopatia é uma forma de terapia alternativa, que tem por sua base o princípio da cura pelo semelhante, e utiliza substâncias extraídas da natureza, diluídas e dinamizadas. Os produtos homeopáticos utilizados no bovinos para controlar o carrapato que estão à disposição no mercado possuem em sua composição um bioterápico, ou seja, o próprio carrapato diluído e dinamizado conforme a farmacotécnica homeopática, vários trabalhos científicos realizaram teste para medir a eficácia do bioterápico, com a associação ou não de medicamentos homeopáticos convencionais (VERÍSSIMO, 2008). A adoção de novas tecnologias pode ser bem sucedida, quando validadas por uma demanda que envolva o uso de óleos essenciais de plantas regionais disponíveis e as ultras diluições, elaborada por meio de técnicas diluição e dinamização homeopática (RICHTER et al., 2006).

2.8 PESQUISAS RELACIONADAS A RESISTÊNCIA DO *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* AOS ACARICIDAS NA REGIÃO NORTE

Vários estudos com relação à eficácia dos acaricidas e instalação da resistência do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* vêm sendo conduzidos no país. Higa et al., (2015), fizeram um levantamento em relação a pesquisas realizada em todo país sobre a presença dessa resistência do carrapato, e foi constatado que 15 estados brasileiros a resistência pelo menos a uma das bases químicas revisadas (Organofosforado, Piretróide, Formamidinas, Lactonas Macroclílicas e Fipronil).

Na região norte ainda não a muitos relatos sobre a resistência do carrapato, o que acaba contribuindo para o agravamento da situação, pois o produtor tem pouca informação sobre o uso correto dos acaricidas disponíveis no mercado e a maioria desconhece os teste de detecção de resistência como o biocarrapaticidograma essencial para determinar qual melhor forma de controle (SILVA, 2009).

Segundo Gasparotto et al., (2020), em uma pesquisa realizada em propriedades do município de Teixeiraópolis/RO sobre a resistência do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* na região, os resultados demonstraram resistência na maioria dos na maioria dos acaricidas utilizados na região como Cipermetrina, Clorpirifós e Amitraz, o que enaltece que os produtores devem buscar meios de controle estratégicos juntamente com o uso de testes para detectar resistência do carrapato.

A elaboração de meios estratégicos para controlar o carrapato dos bovinos, deve ser direcionada às condições climáticas da região norte, pois é um dos principais

fatores reguladores do ciclo biológico dos carrapatos, juntamente com a temperatura que exerce um papel dominante, regulando a duração das fases de vida livre do parasita (FISCH et al., 1998).

Os processos biotecnológicos como a utilização de fungos pode ser uma forma de controle alternativo vantajosa controle do carrapato, principalmente na região amazônica, pelas suas condições edafoclimáticas e pela ampla heterogeneidade florística, é um ambiente que favorece o crescimento dos fungos, especialmente, em substratos lignocelulolíticos. Na região existe uma grande diversidade destes organismos, mas suas potencialidades bioeconômicas têm sido pouco exploradas e estudadas. Dentro da classe Basidiomicetos destaca-se a ordem Aphyllophorales, na qual se encontram os fungos conhecidos, popularmente, por orelhas-de-pau, como *Pycnoporus sanguineus* (MACEDO e PILIACKAS, 2005).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da revisão exposta, o carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* é um dos grandes problemas enfrentado na bovinocultura brasileira e também em uma grande parte do mundo, principalmente em áreas onde o clima é tropical, característica que favorece o desenvolvimento do seu ciclo. Esse grande obstáculo é devido a sua capacidade rápida de desenvolver resistência aos acaricidas existentes no mercado, que na maioria das vezes ocorre pela falta de conhecimento dos produtores sobre seu ciclo e dosagem dos acaricidas, fazendo com que uso de dos mesmos seja realizado de maneira errônea , principalmente na região norte onde ainda temos poucos estudos relacionado a essa resistência. Entretanto, os produtos carrapaticidas ainda são a melhor opção para o controle de populações de carrapatos. Porém devem ser aplicados de maneira correta, e se possível utilizando os testes de detecção de resistência para auxiliar no qual princípios ativo que poderá ser mais eficiente na população de carrapatos desta determinada propriedade, além disso meios estratégicos como raças de animais mais resistente, rotação de pastos, escolha de uma melhor época do ano para controle e podendo também contar com a associação de meios alternativos que estão sendo estudados, como o controle biológico, homeopáticos e também a utilização de fitoterápicos.

REFERÊNCIAS

ABBAS, R. Z.; ZAMAN, M. A.; COLWELL D. C.; GILLEARD J.; IQBAL Z. Acaricide resistance in cattle ticks and approaches to its management: The state of play. **Veterinary Parasitology**, v. 203, n. 1-2, 6-20 p. jun. 2014.

ABIEC, **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne**. Beef REPORT Perfil da Pecuária no Brasil. 2019.

ACOSTA, I. C. L.; MARTINS, T. F.; MARCILI, A.; SOARES, H. S.; KRAWCZAK, F. S.; VIEIRA, F. T.; LABRUNA, M. B. Ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae) from Humans, Domestic and Wild Animals in the State of Espírito Santo, Brazil, with Notes on Rickettsial Infection. **Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports**, v. 3-4, p. 66-69, jun. 2016.

ALMEIDA, M. A. O. **Controle de carrapatos: resistência e vacinas**. www.simentalsimbrasil.com.br, 2005.

ANDREOTTI, R. Situação atual da resistência do carrapato-do-boi *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* aos acaricidas no Brasil. Documentos 180. Campo Grande: **Embrapa Gado de Corte**. p. 36, dezembro, 2012.

ARAGÃO, J.L. et al. Ocupação tardia e o desenvolvimento da agropecuária no Estado de Rondônia Uma história da bovinocultura no desenvolvimento regional. **Revista Semina**, Passo Fundo-RS, v.13, n.1, p. 154-171, 2014.

BARCI, L.A.G.; ALMEIDA, J.E.M.; NOGUEIRA, A.H.C.; PRADO, A.P. Determinação da CL90 e TL90 do isolado IBCB66 de *Beauveria bassiana* (Ascomycetes: Clavicipitaceae) para o controle de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.18, p.34-39, 2009.

BLAGBURN, B. L.; LINDSAY, D. S. Ectoparasitocidas. In: ADAMS, H. R. **Farmacologia e terapêutica em veterinária**. 8. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, Cap. 50, p. 851-870, 2003.

BRAVO, M. J.; CORONADO, A.; HENRÍQUEZ, H. Eficacia *in vitro* del amitraz sobre poblaciones de *Boophilus microplus* provenientes de explotaciones lecheras del estado Lara, Venezuela. **Zootecnia Tropical**, v.26, n.1, 2008.

BENAVIDES, O.E.; *Boophilus microplus* tick resistance to acaricides in Colômbia: a summary of the present situation. In: RODRIGUEZ, C.; SERGIO, D.; FRAGOSO, H. (Eds.). 3rd **INTERNATIONAL SEMINARY ON ANIMAL PARASITOLOGY**, 1995, Acapulco. Guerrero. Mexico. p. 11-13, out., 1995.

BRITO, L. G.; ROCHA, R. B.; NETTO, F. G. S.; BARBIERI, F. S.; OLIVEIRA, M. C. S.; GONÇALVES, M. A. R.; CARVALHO, G. L. O. Eficácia de carrapaticidas em rebanhos leiteiros de Rondônia. **Circular técnica 113**. Porto Velho, Ro: Embrapa. p. 4, 2010.

- BRITO, L. G.; BARBIERI, F. S.; OLIVEIRA, M. C. de S.; HUACCA, M. F. Diagnóstico de resistência às bases carrapaticidas em populações do carrapato dos bovinos. In: VERISSIMO, C. J. (Org). **Resistência e controle do carrapato-do-boi**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, p. 2-28, 2015.
- CAMPOS-JÚNIOR, D.A.; PINTO, J.M.S.; OLIVEIRA, P.R.; Avaliação da eficiência *in vitro* de acaricidas comerciais de contato sobre populações de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* advindos de rebanhos bovinos da região de Ilhéus, Bahia, Brasil, 2007-2009. In: XVI.
- CAMARGO, M.G.; MARCIANO, A.F.; SÁ, F.A.; PERINOTTO, W.M.S.; QUINELATO, S.; GÔLO, P.S.; ANGELO, I.C.; PRATA, M.C.A.; BITTENCOURT, V.R.E.P. Commercial formulation of *Metarhizium anisopliae* for the control of *Rhipicephalus microplus* in a pen study. **Veterinary Parasitology**, v. 205, p. 271-276, 2014.
- CARVALHO, G. R.; ROCHA, D. T. Desafios para a competitividade internacional. **Anuário Leite 2019**. São Paulo, SP, 2019. p. 34-35.
- CASTRO-JANER, E. *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.
- CASTRO-JANER, E. *et al.*; *In vitro* tests to establish LC50 and discriminating concentrations for fipronil against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) and their tandardization. **Veterinary Parasitology**. v. 162, p. 120–128. 2009.
- COSTA, S. C. L. *et al.* Transplacental Transmission of Bovine Tick-Borne Pathogens: Frequency, Co-Infections and Fatal Neonatal Anaplasmosis in a Region of Enzootic Stability in the Northeast of Brazil. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 7, n. 2, p. 270–275, mar. 2016.
- DRUMOND, R. O. ERNST, S. E.; TREVINO, J. L.; GLADNEY, W. J.; GRAHAM, O.H. *Boophilus annulatus* and *B. microplus*: Laboratory Tests of Insecticides. **Journal of Economic Entomology**. v. 66, l. 1, p. 130–133, February, 1973. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/jee/66.1.130>> Acesso em: abril de 2020.
- EMBRAPA. **Anuário leite 2019**. Disponível em: <embrapa.br/gado-de-leite>. Acesso em: de 2019. Março de 2020.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Guidelines resistance management and integrated parasite control in ruminants**: module 1. Ticks: Acaricide resistance: diagnosis, management and prevention. Rome: FAO. p.25–77, 2004.
- FARIAS, N. A.; RIET-CORREA, F.; *et al.* **Doenças de ruminantes e equinos**: Tristeza parasitária bovina, p.35-42. 2ª Edição, Vol. II São Paulo: Varela, 2001.
- FERNANDES, É.K.K., BITTENCOURT, V.R.E.P., ROBERTS, D.W. Perspectives on the potential of entomopathogenic fungi in biological control of ticks. **Exp. Parasitol.** C. 130, p. 300–305, 2012.

FERRETTO, R. Revisão de Literatura sobre *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Monografia** (Graduação em Medicina Veterinária). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Julho de 2013.

FURLONG, J.; MARTINS, J. R. de S. Resistência dos carrapatos aos carrapaticidas. **Circular técnica 59**. Juiz de Fora: Embrapa gado de leite, p. 25, 2000.

FURLONG, J.; PRATA, M. C. A. Conhecimento básico para o controle do carrapato dos bovinos. In: FURLONG, J. (Org.). **Carrapatos: Problemas e Soluções**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p. 9-20, 2005.

FRAZZON, A. P., DA SILVA VAZ JR. I., MASUDA, A., SCHRANK A. & VAINSTEIN, M. H. In vitro assessment of *Metarhizium anisopliae* isolates to control the cattle tick *Boophilus microplus*. **Veterinary Parasitology**. C., 94: p.,117-125, 2000.

FREITAS, D.R.J..Caracterização da resistência para acaricidas no carrapato *Boophilus microplus*. **Acta Scientiae Veterinaria**. v.33, n.2, p.109-117, 2005.

GARCIA, M. V.; RODRIGUES, V. S.; KOLLER, W. W.; ANDREOTTI, R.; Biologia e importância do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. In: ANDREOTTI, R.; GARCIA, M. V.; KOLLER, W. W. (Ed.). **Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos**. Brasília: Embrapa, p.240, 2019.

GASPAR, E. B.; SACCO, A. M. S.; BENAVIDES, M. V.; TRETIN, G. Medidas para o controle da Tristeza Parasitária bovina. EMBRAPA. **Comunicado técnico 99**. Bagé, RS, 2018.

GASPAROTTO, P. H.G. SANTOS, C. A. F. FILHO, J. V. D. FERRAZ, R. C. S. SILVA, F. R. C. DAUDT, C. Resistance of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1888) to acaricides used in dairy cattle of Teixeiraópolis, Rondônia, Brazil. **Acta Veterinaria Brasilica**. p., 99-105.14, junho, 2020.

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, n.1, p.353-366, 2004.

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, UK: Cambridge.University Press, p. 415-416, 2008.

GOMES, A.; KOLLER, W. W.; BARROS de, A.T. D. M. Suscetibilidade de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* a carrapaticidas em Mato Grosso do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1447-1452, 2011.

GOMES, H.; MORAES, J. L. C.; VAZ JUNIOR, I. S.; LOGULLO, C. **Antígenos de quinases dependentes de ciclinas ou peptídeos derivados para controle de diferentes espécies de carrapatos**. 2014.

GOMES, R. C. EMBRAPA. **Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira**. Campo Grande, 24 Mar 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/21470602/EvolucaoQualidadePecuaria.pdf/64e8985a-5c7c-b83e-ba2d-168ffaa762ad>>. Acesso em: 10 abril 2020.

GONZÁLES, J. C. O Carrapato dos bovinos *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) (Revisão histórica e conceitual). **A Hora Veterinária**, Porto Alegre, 21, n. 125, p. 23-28, 2002.

GONÇALVES, V. D. M.; HUERTA, M. da M.; FREITAG, R. A. Acaricide plant potential in the control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Revista Científica Veterinária**. Saúde Pública, v. 3, n. 1, p. 14–22, 2016.

GRAF, J.F., GOGOLEWSKI, R., LEACH-BING, N., SABATINI, G.A., MOLENTO, M.B., BORDIN, E.L., ARANTES, G.J., 2005. Tick control: an industry point of view. **Veterinary Parasitology**. v. 129, p. 427–442, 2005.

GRISI, L.; LEITE, R. C.; MARTINS, J. R. S.; BARROS, A. T. M.; ANDREOTTI, R.; CANÇADO, P. H. D.; LEON, A. A. P.; PEREIRA, J. B.; VILLELA, H. S. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 23, n. 2, p.150-156, 2014.

GUERREIRO, F. D.; LOVIS, L.; MARTINS, J. Acaricide resistance mechanisms in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**. v. 21, n. 1, p. 1-6, mar. 2012.

HAINZL, D.; CASIDA, J. E.; Fipronil insecticide: Novel Photochemical desulfinylation with retention of neurotoxicity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. v. 93, p.12764–12767, 1996. Agricultural Sciences.

HIGA, L. O. S.; GARCIA, M. V.; BARROS, J. C.; KOLLER, W. W.; ANDREOTTI, R. Acaricide resistance status of the *Rhipicephalus microplus* in Brazil: a literature overview. **Medicine Chemistry**, v. 5, p. 326-333, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa da pecuária municipal e censo**. Rio de Janeiro: Sidra 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/94>> Acesso em: março de 2019.

IEPEC. Tudo sobre a raça girolando na pecuária leiteira. 2016. Disponível em: <http://iepec.com/tudo-sobre-a-raca-girolando-na-pecuaria-leiteira/>>. Acesso em: 10 de outubro de 2018.

JONSSON, N. N.; HOPE, M. Progress in the epidemiology and diagnosis of amitraz resistance in the cattle tick *Boophilus microplus*. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, n. 146, p. 193-198, 2007.

JONSSON, N. N. *et al.*; Rotation of treatments between spinosad and amitraz for the control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* populations with amitraz resistance. **Veterinary Parasitology**. v. 169, p. 157-164, 2010.

JONSSON, N. N.; KLAFKE, G.; CORLEY, S. W.; TIDWELL, J.; BERRY, C. M.; KOHTAN, H. H. C. Molecular biology of amitraz resistance in cattle ticks of the genus *Rhipicephalus*. **Frontiers in Bioscience**, v. 23, n. 2, 796-810 p. 2018.

KLAFKE, G. M. et al.; Larval immersion tests with ivermectin in populations of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) from State of São Paulo, Brazil. **Veterinary Parasitology**. v. 142, p. 386-390, 2006.

KLAFKE, G.M. . et al.; Applicability of *in vitro* bioassays for the diagnosis of ivermectin resistance in *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). **Veterinary Parasitology**. v. 18, p. 212-220. 2012.

KIM, S. B.; GOODFELLOW, M. *Streptomyces avermetilis* sp. nov., nom. rev., a taxonomic home for the avermectin-producing streptomycetes. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 52, p. 2011-2014, 2002.

KOCAN, K. M.; Targeting ticks for controls of select haemoparasitic diseases of cattle. **Veterinary Parasitolog**. v. 57, p. 21-151, 1995.

LASOTA, J.A.; DYBAS, R.A. Avermectins, a novel class of compourids: implications for use in arthropod pest control. **Ann. Rev. Entomol.**, v.36, p.91-117, 1991.

LEITE, R. C.; ROCHA, C. M. B. M. Contagens de carrapatos no momento do banho carrapaticida em rebanhos leiteiros do município de Divinópolis MG. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 51, n. 1. 1998.

LEEMON D. M., JONSSON N. N. Laboratory studies on Australian isolates of *Metarhizium anisopliae* as a biopesticide for the cattle tick *Boophilus microplus*. **J Invertebr Pathol**. c. 97, p. 40–49, 2008.

LI, X.; SCHULER, M. A.; BERENBAUN, M. R.; Molecular mechanisms of metabolic resistance to synthetic and natural xenobiotics. **Annual Review of Entomology**. v. 52; p. 231-53; 2007.

LIBERAL, M. H. T. **Controle Integrado de Carrapatos em Gado Bovino**. 2019. Disponível e: <<http://www.pesagro.rj.gov.br/carrapato.html>> Acesso em: Abril de 2020.

LOBATO, J.F.P. et al. Brazilian beef produced on pastures: Sustainable and healthy. **Meat Science**, v.98, n.3, p.336–345, 2014.

MACEDO, Amanda F.; PILIACKAS, José M. Avaliação da Atividade Antimicrobiana de Fungos Pertencentes à Família Polyporaceae. **Anais do XI Simpósio Multidisciplinar da USJT**. São Paulo: USJT, 2005.

MASCARIN GM, BIAGGIONI LOPES R, DELALIBERA I ´, FERNANDES E ´KK, LUZ C, FARIA M. Current status and perspectives of fungal entomopathogens used for microbial control of arthropod pests in Brazil. **Invertebr Pathol**. c. 165, p. 46–53, 2019.

MANSON, J.; MURPHY, M.; RICHDALE, N.; SMITH, M. Effects of oral exposure to trichloroethylene on female reproductive function. **Toxicology**, v.32, p.229-242, september, 1984.

MARTINS, J. R.; FURLONG, J. Avermectin resistance of the cattle tick *Boophilus microplus* in Brazil. **The Veterinary Record**, v. 149, n. 2, p. 64-64, 2001.

MENDES, M. C. et al. Resistance to cypermethrin, deltamethrin and chlorpyrifos in populations of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) from mal farms of the State of São Paulo, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 178, n. 3, p. 383-388, 2011.

MILLER, R. J.; DAVEY, R. B.; GEORGE, J. E.; Modification of the food and agriculture organization larval packet test to measure amitraz susceptibility against Ixodidae. **Journal of Medical Entomology**, v. 39, p. 645-651, 2002.

MONTEIRO, C.M.O.; ARAÚJO, L.X.A.; MATOS, R.S.; GOLO, P.S.; ANGELO, I.C.; PERINOTTO, W.M.S.; RODRIGUES, C.A.C.; FURLONG, J.; BITTENCOURT, V.R.E.P.; PRATA, M.C.A. Association between entomopathogenic nematodes and fungi for control of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, v.112, p.3645-3651, 2013.

MURREL, A.; BARKER, S. C. Synonymy of *Boophilus* Curtice, 1891 with *Rhipicephalus* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae). **Systematic Parasitology**, Queensland, v.56, n. 3, p. 169-172, nov.2003.

NARAHASHI, T.; ZHAO, X.; IKEDA, T.; NAGATA, K.; YEH, J.Z. Differential actions of insecticides on target sites: basis for selective toxicity. **Hum. Exper. Toxicol.**, v.26, p.361– 366, Apr. 2007.

OLIVEIRA, G. P. et al. Diagnóstico da resistência do *Boophilus microplus*, Canestrine, 1888 (Acarina: Ixodidae) em bovinos leiteiros na região de São Carlos, São Paulo. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 38, p. 57-56, 2002.

PEREIRA, M.C; LABRUNA, M.B. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. In: Pereira MC, Labruna MB, Szabo MPJ, Klafke GM (eds) *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: Biologia, Controle e Resistência. **MEDVET**: São Paulo, p. 15–56, 2008.

PIPER, E. K. et al. Immunological profiles of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle infested with the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Clinical and Vaccine Immunology**, v. 16, n. 7, p. 1074-1086, 2009.

RANDOLPH, S. E.; Tick ecology: processes and patterns behind the epidemiological risk posed by ixodid ticks as vectors. **Parasitology**, Nova York, n. 129, p. S37-S65, 2004.

RANSON, H.; Evolution of supergene families associated with insecticide resistance. **Science**. v. 4, n. 298, p.179-81, Oct, 2002.

RAYNAL, J. T.; SOUZA, B. C.; SILVA, A. B.; BAHIENSE, T. C.; SILVA, H. C.; MEYER, R.; PORTELA, R. W. Resistência do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* a acaricidas. **REVISTA PORTUGUESA DE CIENCIA VETERINÁRIA**. v.110, 23-29. 2015.

RECK, J.; MARKS, F. S.; RODRIGUES, R. O.; SOUZA, U. A.; WEBSTER, A.; LEITE, R. C.; GONZALES, J. C.; FLAFKE, G. M.; MARTINS, J. R. Does *Rhipicephalus microplus* tick infestation increase the risk for myiasis caused by *Cochliomyia hominivorax* in cattle? **Preventive Veterinary Medicine**, v. 1, p. 59-62, 2014.

ROCHA, C. M. B. M. **Aspectos Relevantes da Biologia do Boophilus microplus (Cannestrini, 1887)**. Boletim da Universidade Federal de Lavras, 2003 - editora.ufla.br. Disponível em www.editora.ufla.br, acesso em 02 de março de 2020.

ROCHA, D.T., CARVALHO, G.R. **Produção brasileira de leite: uma análise conjuntural**. p. 6-8. 2018. IN: Anuário leiteiro 2018. Brasília: EMBRAPA. 116p. 2018. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/386731454/Anuario-leiteiro2018>>. Acesso em: 10 março de 2018.

RODRÍGUEZ-VIVAS, R.I. et al.; Prevalence and potential risk factors for amitraz resistance in *Boophilus microplus* ticks in cattle farms in the State of Yucatan, Mexico. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 75, p. 280-286, 2006.

SABATINI, G. A.; KEMP, D. H.; HUGHES, S.; NARI, A.; HANSEN, J. Tests to determine LC50 and discriminating doses for macrocyclic lactones against the cattle tick, *Boophilus microplus*. **Veterinary Parasitology**, v. 95, p. 53-62, Feb. 2001.

SALGADO, L.F.F.; CRUZ, T.M.S.; TAKATANI, H.; SOUZA, E.E.G.; SILVA, D.M.H. ² FRIAS, D.F.R. **A Raça Girolando: História, Evolução e Importância no Cenário da Pecuária Leiteira Nacional**. Boletim técnico 19, Produção animal UNIBRASIL. 14p. ISSN 2318-3837 Descalvado, SP Dezembro, 2016.

SANTOS, T.R.B. et al.; Uso de acaricidas em *Rhipicephalus (B.) microplus* de duas regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul. **Acta Scientiae Veterinarie**, v. 36, n. 1, p. 25-30, 2008.

SARTOR, I. F.; BICUDO, P. L. Agentes empregados no controle de ectoparasitas. In: SPINOSA, H. de S. et al. **Farmacologia aplicada à Medicina Veterinária**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, Cap. 47, p. 480-492. 1999.

SINDAN – Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Saúde Animal. **Mercado Brasil 2017 e Anuário, 2018**. Disponível em: <http://www.sindan.org.br/mercado-brasil-2017/>. Acesso em: 26 março de 2020.

SILVA, M.J.G. **Climatologia do estado de Rondônia**. Disponível em: <<http://www.sedam.ro.gov.br/web/guest/Meteorologia/Climatologia>>. Acesso em: 15 dez. 2009.

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, Ed. 259, Art. 1715, maio, 2014.

SIMON-DELISO, et al. Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 1, p. 5-34, 2015.

SODERLUND, D. M. et al. Mechanisms of pyrethroid neurotoxicity: implications for cumulative risk assessment. **Toxicology**, v.171, n.1, p.3-59, 2002.

SHAW, R.D.; Culture of an organophosphorus-resistant strain of *Boophilus microplus* (Can.) and an assessment of its resistance spectrum. **Bulletin of Entomological Research**. v. 56, p. 389-405. 1966.

SHOOP, W. L.; MROZIK, H.; FISHER, M. H. Structure and activity of avermectins and milbemycins in animal health. **Veterinary Parasitology**, v. 59, n. 2, p.139-156, 1995.

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

STUMPF, N.; NAUEN, R.; Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**. v. 72, p.111-121, 2002.

TAYLOR, M. A.; COOP, R. L.; WALL, R. L. **Parasitologia veterinária**. Guanabara: Rio de Janeiro, 3º ed., p. 742, 2010.

TAYLOR, M. A. **Parasitologia veterinária**. /M. A. TAYLOR, R. L. COOP, R. L. WALL; tradução José Jurandir Fagliari, Thaís Gomes Rocha. – 4. ed. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017

TEMEYER, K. B.; OLAFSON, P. U.; BRAKE, D. K.; TUCKOW, A. P.; LI, A. Y.; LEÓN, P. A. A. Acetylcholinesterase of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* and *Phlebotomus papatasi*: Gene identification, expression. And biochemical properties of recombinant proteins. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, New York, v. 106, p. 118-123, 2013.

UTECH, K.B.W., WHARTON, R.H., KERR, J.D. 1978. Resistance to *Boophilus microplus* (*Canestrini*) in different breeds of cattle. **Aust. J. Agric. Res.**, 29: 885-895.

VERÍSSIMO, C. J. Controle biológico do carrapato do boi (*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*) no Brasil. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**. São Paulo, Conselho Regional de Medicina Veterinária, v11, n.1 (2013), p. 14-23, 2004.

VERÍSSIMO, C.J. Fatores que afetam a fase de vida livre de carrapatos. In: (Org.) **Controle de carrapatos nas pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, p. 2-17, 2013.

VERISSIMO, J. C. Fatores que afetam a fase de vida livre de carrapatos. **Controle de carrapatos nas pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia. 2 ed. p. 2-17, 2015.

WILLADSEN, P. Tick control: thoughts on a research agenda. **Veterinary Parasitology**, v. 138, n. 1, p. 161-168, 2006.

WOLSTENHOLME, A. J. Glutamate-gated chloride channels. **The journal of Biological Chemistry**, v 287, n. 48, p. 40232-40238, 2012.

YATES, D. M.; PORTILLO, V.; WOLSTENHOLME, A. J. The avermectin receptors of *Haemonchus contortus* and *Caenorhabditis elegans*. **International Journal for Parasitology**, v. 30, n. 33, p. 1183-1193, 2003.

ZOCCAL, R. **Indicadores da produção mundial de leite**. p. 18-20. IN: Anuário leiteiro 2018. Brasília: EMBRAPA. 116p. 2018. Disponível em:

<<https://pt.scribd.com/document/386731454/Anuario-leite-2018>>. Acesso em: 10 março de 2020.

APÊNDICE

RESISTÊNCIA DO CARRAPATO *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus* (CANESTRINI, 1888) E IMPACTOS NA PECUÁRIA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

RESISTANCE OF THE TICK *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus* (CANESTRINI, 1888) AND IMPACTS IN THE LIVESTOCK: BIBLIOGRAPHIC REVIEW

*Sergio Junior Ferreira Silva, Discente Centro Educacional São Lucas Ji-paraná, Rondônia, Brasil.
Paulo Henrique Gilio Gasparotto, Docente Centro Educacional São Lucas, Ji-paraná, Rondônia, Brasil.*

*Autor correspondente: sergiojfsmedvet@gmail.com

Submetido: XX/XX/XX

Aceito: XX/XX/XX

RESUMO

A bovinocultura é um dos principais destaques do agronegócio brasileiro no cenário mundial, o Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo e também é o maior exportador de proteína animal, no ano de 2018 foram abatidos cerca de 44,23 milhões de cabeças com o total de 2.205,2 milhões de toneladas de carne exportadas comercialmente. Um dos grandes desafios da pecuária é controlar as infestações de ectoparasitas, principalmente o carrapato dos bovinos o *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Sua infestação no rebanho promove elevados prejuízos econômicos, diretos e indiretos como perdas de peso, queda em produtividade de carne e leite e transmissão de agentes causadores de doenças como a tristeza parasitária bovina além de gastos com medicamentos para tenho controlá-lo. O *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, tem sua origem no continente asiático e ao longo do tempo, se difundiu para outras regiões do planeta. É um artrópode hematófago que ingere sangue do hospedeiro e o utiliza como nutriente, utilizando inclusive para produção de ovos. O uso de produtos químicos é a forma de controle de carrapato mais difundida e amplamente utilizada a campo. Os organofosforados, piretróides sintéticos, formamidinas, fenilpirazol lactonas macrocíclicas são exemplos de carrapaticidas. Porém o uso desses acaricidas muitas vezes de forma incorreta e o desconhecimento do ciclo biológico do parasita, contribuem para a resistência dos carrapatos aos carrapaticidas. Portanto, novas tecnologias e meio alternativos de controle têm ganhado destaque, como as biotecnologias com desenvolvimento de raças mais resistente a infestação, rotação de pastagem para interromper o ciclo do carrapato e também pesquisas vem sendo realizadas e mostrando resultados satisfatórios com a utilização de fungos e medicamentos homeopáticos e fitoterápicos no controle do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.

Palavras-chave: Ectoparasita. Resistência. Métodos alternativos.

ABSTRACT

Cattle farming is one of the main highlights of Brazilian agribusiness on the world stage, Brazil has the largest commercial herd in the world and is also the largest exporter of animal protein, in 2018 about 44.23 million heads were slaughtered with the total 2,205.2 million tons of meat exported commercially.

One of the great challenges of livestock is to control ectoparasite infestations, especially the tick of cattle, the *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, its infestation in the herd promotes high economic losses, direct and indirect such as weight loss, drop in meat and milk productivity and transmission of disease-causing agents such as bovine parasitic sadness in addition to spending on medications to control it. The *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, has its origin in the Asian continent and, over time, has spread to other regions of the planet. It is a hematophagous arthropod that ingests blood from the host and uses it as a nutrient, even using it for egg production. The use of chemicals is the most widespread and widely used form of tick control in the field. Organophosphates, synthetic pyrethroids, formamidines, macrocyclic phenylpyrazole lactones are examples of ticks. However, the use of these acaricides often incorrectly and the ignorance of the parasite's biological cycle, contribute to the resistance of ticks to ticks. Therefore, new technologies and alternative means of control have gained prominence, such as biotechnologies with the development of breeds that are more resistant to infestation, rotation of pasture to interrupt the tick cycle and also research has been carried out and showing satisfactory results with the use of fungi and homeopathic and herbal medicines to control *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.

Keywords: Ectoparasite. Resistance. Alternative methods.

Introdução

A bovinocultura é um dos principais destaques do agronegócio brasileiro no cenário mundial, no final do ano de 2018 o Brasil encerrou com um rebanho de aproximadamente 214,7 milhões de cabeças, isso representa quase 14 % do rebanho mundial, quando consideramos apenas os bovinos, sendo assim o maior rebanho comercial do mundo².

A região Norte possui um grande papel na pecuária brasileira, com um crescimento constante na produção, tanto de carne quanto de leite. Segundo um levantamento do IBGE, (2017) a região possui cerca de 47,9 milhões de cabeças, e os estados que mais se destacam com as maiores criações de bovinos são Pará e Rondônia. No estado de Rondônia o setor foi responsável por 18,3% do PIB estadual, possui o sexto maior rebanho do país, com aproximadamente 13,6 milhões de cabeças em 2018 ².

Com essa alta produtividade da bovinocultura do Brasil, existem diversos obstáculos relacionados à sanidade animal, principalmente pelo carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (CANESTRINI, 1888), pois as condições climáticas com regiões tropicais e subtropicais possibilita seu estabelecimento em praticamente o ano todo em todo território brasileiro ⁴. Estudos relacionados ao parasitismo causado pelo *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* acarreta um imenso prejuízo no Brasil, cerca de 3 bilhões de reais por ano ¹².

O controle dos carrapatos é realizado tradicionalmente pela utilização de substância ou produtos químicos, através da aplicação de acaricidas e quando

utilizado corretamente torna-se eficiente. Porém, este controle frequentemente é utilizado de forma incorreta, levando ao desenvolvimento da resistência química, constituindo-se em um problema global ¹⁰. Existem algumas formas de controle alternativos que vem sendo realizados com frequência devido aos problemas relacionados aos métodos de controle químico. Esses métodos podem reduzir a população do parasita a um limite aceitável, compatível com a produção. Podemos destacar algumas maneiras alternativas como, controle biológico, orgânico, outros a base de fitoterápicos e homeopáticos, obtido através de plantas ²⁰.

Resultados e discussão

Com essa alta produtividade da bovinocultura do Brasil, existem diversos obstáculos relacionados à sanidade animal. Uma dela é que a maior parte do rebanho brasileiro é criado a pasto, isso se dá pela grande extensão territorial de área de pastejo que está estimada em cerca de 174 milhões de hectares, composta em sua maioria, por pastagens naturais ¹³. Isso acaba contribuindo para maiores infestações por ectoparasitas, principalmente pelo carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.

Os danos causados pelo carrapato são aqueles que estão diretamente relacionados ao hospedeiro na sua fase parasitária, com a ingestão de sangue pelo parasito que pode acarretar anemia, perdas de nutrientes e redução da ingestão de alimentos pelos bovinos. Fatores esses que levam a queda da produtividade do animal ⁹.

Com as altas taxas de infestações nos animais, os carrapatos provocam diversas lesões na pele, as quais podem levar a infecções secundárias e aparecimento de miíases, esse parasita também tem a capacidade de inocular doenças, como complexo da Tristeza parasitária bovina ⁶.

Os carrapatos pertencem ao filo Arthropoda e a ordem Acari. Existem, aproximadamente, 870 espécies de carrapatos descritas no mundo, todas agrupadas na subordem Ixodida (dividida em três famílias: Ixodidae, Argasidae e Nuttalliellidae). É originário da Ásia, com as grandes navegações transportando mercadoria e animais houve sua disseminação para praticamente todos os lugares do mundo. No Brasil há

69 espécies já identificada, sendo 46 pertencentes a família Ixodidae e 23 a família Argasidae ³.

Figura 1 – Fase adulta do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*



Fonte: ANDREOTTI, (2012).

Nas últimas décadas, o controle do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* com produtos químicos tem se concretizado como a forma prioritária, por ser prático, eficaz e econômico. Diante da exposição contínua aos compostos químicos, os carrapatos têm desenvolvido ao longo dos anos, um mecanismo de sobrevivência capaz de tolerar os ingredientes ativos utilizados para controlá-los, fenômeno conhecido como resistência ²¹.

Os primeiros relatos dessa resistência do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* aos acaricidas foram feitos em 1936 na Austrália, e em 1938 na África do Sul, após décadas de uso do arsênico. Atualmente a relatos de resistência de praticamente todas as classes de acaricidas disponíveis comercialmente no Brasil^{14,15,18}. Essa resistência dos carrapatos aos acaricidas tem avançado, sobretudo em rebanhos com aptidão leiteira, pois são altamente suscetíveis a esses parasitos, que se tornaram praticamente imunes aos princípios ativos ¹⁶.

O grande problema do desenvolvimento de resistência de um artrópode a um determinado produto, é que todos os outros produtos da mesma família vão apresentar resistência, e também produtos que agem no mesmo sítio de ligação no parasita, isso faz com que o controle químico fique quase inviável ⁵.

Os indivíduos resistentes sobrevivem à pressão de seleção graças a mecanismos fisiológicos, comportamentais e cuticular que permitem a sua adaptação evolutiva. Os mecanismos fisiológicos e os genes que os regulam têm sido cada vez

mais estudados. Os principais mecanismos são: a diminuição da penetração cuticular da droga, a capacidade que as moléculas tóxicas tem de sequestrar ou mesmo insensibilizar o composto tóxico e aumento de detoxificação celular. Basicamente três sistemas enzimáticos podem estar envolvidos no metabolismo de inseticidas em geral: os citocromos P450, as esterases e as glutatona S-transferases¹⁷.

A velocidade na qual a resistência pode se desenvolver, em uma determinada população de carrapatos depende de vários fatores, como a frequência inicial de genes de resistência, a intensidade de pressão de seleção e a quantidade de indivíduos que não entrou em contato com o acaricida (refugia). Em geral, a frequência de genes que conferem resistência é muito baixa em populações que não tenham sofrido uma pressão de seleção. No entanto, quando um produto químico é usado de forma intensiva, acaba por eliminar os carrapatos sensíveis, persistindo só os genes de resistência dentro da população, que será transmitido para as próximas gerações¹.

De acordo com a Fao⁷, esses testes laboratoriais que detectam a resistência do carrapato, devem apresentar certos requisitos fundamentais, como sensibilidade de identificação da resistência no início do seu surgimento, capacidade de englobar todos os grupos de acaricidas que estão disponíveis no mercado, custo acessível e fornecer um resultado rápido e confiável. Atualmente, a detecção da resistência é realizada por bioensaios in vivo ou in vitro e técnicas moleculares, os testes de avaliação in vitro são os que mais se enquadram nesses requisitos, por isso são os mais indicados para verificação fenotípica de resistência, dentre esses estão os testes feitos com larvas e fêmeas ingurgitadas do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Os testes utilizados para essa avaliação são: Teste de Imersão de Adultos (TIA), Teste do Pacote de Larvas (TPL), e o Teste de Imersão de larvas (TIL).

Uma das alternativas mais eficazes para controlar a população de carrapatos é a criação de raças ou animais resistentes, pois controla efetivamente, sendo os bovinos seu principal hospedeiro, também é mais viável economicamente, pois não a gastos com produtos químicos para controlar o parasita, perdas econômicas ocasionadas por baixo desenvolvimento e redução do peso dos animais e diminuição na produção de leite. Animais resistentes aplacam consideravelmente o número teleóginas que conseguem se fixarem, as que fixam não se desenvolve completamente, pois nestes animais os carrapatos têm dificuldade de se alimentar e

ficam menores, reduzindo a capacidade de produzir ovos, e conseqüentemente, menos larvas, fazendo com que haja menos infestação das pastagens ²³.

Existem algumas formas de controle alternativos que vem sendo realizados com frequência devido aos problemas relacionados aos métodos de controle químico. Esses métodos podem reduzir a população de parasitas a um limite aceitável, compatível com a produção. No entanto, essas estratégias também têm limitações e são consideradas efetivas apenas em conjunto com outras medidas. Existem alguns produtos utilizados de maneira alternativas, nos quais podemos destacar sendo eles o controle biológico, orgânico a base de fitoterápicos e homeopáticos ²⁰.

O controle biológico é uma abordagem cada vez mais atraente para o controle de carrapatos, pois quanto menos acaricidas forem utilizados, mais se preservam os inimigos naturais deste parasita, uma vez que é administrado o medicamento no animal ele vai afastar ou eliminar esses predadores naturais. Existem vários predadores do carrapato como, formigas, besouros, aranhas, ratos, sapos, Garça Vaqueira e etc. ²³.

A utilização de fungos no controle do carrapato tem sido muito estudada nos últimos anos, entre eles os pertencentes aos gêneros *Metarhizium* e *Beauveria*, demonstrou resultados satisfatórios como método alternativo e promissor para diminuir o uso exclusivo de produtos químicos ⁸.

Apesar dos resultados satisfatórios com novas moléculas a base de plantas para o controle do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in vitro, apenas alguns desses foram avaliados em experimentos in vivo. Além disso, bons resultados in vitro com fitoterápicos podem não se repetir em ensaios a campo, devido a alguns fatores limitantes, como variações químicas causadas por fatores bióticos e abióticos nos pós e pré-colheita do material vegetal, podendo alterar a bioatividade do produto final ¹¹.

Já a homeopatia é uma forma de terapia alternativa, que tem por sua base o princípio da cura pelo semelhante, e utiliza substâncias extraídas da natureza, diluídas e dinamizadas. Os produtos homeopáticos utilizados nos bovinos para controlar os carrapatos que estão à disposição no mercado possuem em sua composição um bioterápico, ou seja, o próprio carrapato diluído e dinamizado conforme a farmacotécnica homeopática, vários trabalhos científicos realizaram teste para medir

a eficácia do bioterápico, com a associação ou não de medicamentos homeopáticos convencionais ²².

Na região norte ainda não a muitos relatos sobre a resistência do carrapato, o que acaba contribuindo para o agravamento da situação, pois o produtor tem pouca informação sobre o uso correto dos acaricidas disponíveis no mercado e a maioria desconhece os teste de detecção de resistência como o biocarrapaticidograma essencial para determinar qual melhor forma de controle ¹⁹.

A elaboração de meios estratégicos para controlar o carrapato dos bovinos, deve ser direcionada às condições climáticas da região norte, pois é um dos principais fatores reguladores do ciclo biológico dos carrapatos, juntamente com a temperatura que exerce um papel dominante, regulando a duração das fases de vida livre do parasita (FISCH et al., 1998).

Referências

1. ABBAS, R. Z.; ZAMAN, M. A.; COLWELL D. C.; GILLEARD J.; IQBAL Z. Acaricide resistance in cattle ticks and approaches to its management: The state of play. *Veterinary Parasitology*, v. 203, n. 1-2, 6-20 p. jun. 2014.
2. ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Beef REPORT Perfil da Pecuária no Brasil. 2019.
3. ACOSTA, I. C. L.; MARTINS, T. F.; MARCILI, A.; SOARES, H. S.; KRAWCZAK, F.S.; VIEIRA, F. T.; LABRUNA, M. B. Ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae) from Humans, Domestic and Wild Animals in the State of Espírito Santo, Brazil, with Notes on Rickettsia al Infection. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, v. 3-4, p. 66-69, jun. 2016.
4. BARCI, L.A.G.; ALMEIDA, J.E.M.; NOGUEIRA, A.H.C.; PRADO, A.P. Determinação da CL90 e TL90 do isolado IBCB66 de Beauveria bassiana (Ascomycetes: Clavicipitaceae) para o controle de Rhipicephalus (Boophilus) microplus (Acari: Ixodidae). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v.18, p.34-39, 2009.
5. BRITO, L. G.; BARBIERI, F. S.; OLIVEIRA, M. C. de S.; HUACCA, M. F. Diagnóstico de resistência às bases carrapaticidas em populações do carrapato dos bovinos. In: VERISSIMO, C. J. (Org). Resistência e controle do carrapato-do-boi. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, p. 2-28, 2015.
6. COSTA, S. C. L. et al. Transplacental Transmission of Bovine Tick-Borne Pathogens: Frequency, Co-Infections and Fatal Neonatal Anaplasmosis in a Region of Endemic Stability in the Northeast of Brazil. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v. 7, n. 2, p. 270-275, mar. 2016.
7. FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Guidelines resistance management and integrated parasite control in ruminants: module 1. Ticks: Acaricide resistance: diagnosis, management and prevention. Rome: FAO. p.25-77, 2004.
8. FERNANDES, É.K.K., BITTENCOURT, V.R.E.P., ROBERTS, D.W. Perspectives on the potential of entomopathogenic fungi in biological control of ticks. *Exp. Parasitol.* C. 130, p. 300-305, 2012.

9. FERRETTO, R. Revisão de Literatura sobre *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Julho de 2013.
10. FREITAS, D.R.J..Caracterização da resistência para acaricidas no carrapato *Boophilus microplus*. *Acta Scientiae Veterinaria*. v.33, n.2, p.109-117, 2005.
11. 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, n.1, p.353-366, 2004.
12. GRISI, L.; LEITE, R. C.; MARTINS, J. R. S.; BARROS, A. T. M.; ANDREOTTI, R.; CANÇADO, P. H. D.; LEON, A. A. P.; PEREIRA, J. B.; VILLELA, H. S. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, v. 23, n. 2, p.150-156, 2014.
13. LOBATO, J.F.P. et al. Brazilian beef produced on pastures: Sustainable and healthy. *Meat Science*, v.98, n.3, p.336–345, 2014.
14. MARTINS, J. R.; FURLONG, J. Avermectin resistance of the cattle tick *Boophilus microplus* in Brazil. *The Veterinary Record*, v. 149, n. 2, p. 64-64, 2001.
15. MENDES, M. C. et al. Resistance to cypermethrin, deltamethrin and chlorpyrifos in populations of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) from farms of the State of São Paulo, Brazil. *Veterinary Parasitology*, v. 178, n. 3, p. 383-388, 2011.
16. OLIVEIRA, G. P. et al. Diagnóstico da resistência do *Boophilus microplus*, Canestrine, 1888 (Acarina: Ixodidae) em bovinos leiteiros na região de São Carlos, São Paulo. *Revista de Ciências Agrárias*, n. 38, p. 57-56, 2002.
17. RANSON, H.; Evolution of supergene families associated with insecticide resistance. *Science*. v. 4, n. 298, p.179-81, Oct, 2002.
18. RECK, J.; MARKS, F. S.; RODRIGUES, R. O.; SOUZA, U. A.; WEBSTER, A.; LEITE, R. C.; GONZALES, J. C.; FLAFKE, G. M.; MARTINS, J. R. Does *Rhipicephalus microplus* tick infestation increase the risk for myiasis caused by *Cochliomyia hominivorax* in cattle? *Preventive Veterinary Medicine*, v. 1, p. 59-62, 2014.
19. SILVA, M.J.G. Climatologia do estado de Rondônia. Disponível em: <<http://www.sedam.ro.gov.br/web/guest/Meteorologia/Climatologia>>. Acesso em: 15 dez. 2009.
20. 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, Ed. 259, Art. 1715, maio, 2014.
21. SPAGNOL, F. H.; PARANHOS, E. B.; ALBUQUERQUE, G. R. Avaliação in vitro da ação de acaricidas sobre *Rhipicephalus (boophilus) microplus canestrini*, 1887 (acari: ixodidae) de bovinos leiteiros no município de Itamaraju, Bahia, Brasil. *Ciência Animal Brasileira*, v.11, n. 3, p. 731-736, 2010.
22. VERÍSSIMO, C. J. Controle biológico do carrapato do boi (*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*) no Brasil. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP*. São Paulo, Conselho Regional de Medicina Veterinária, v11, n.1 (2013), p. 14-23, 2004.
23. VERÍSSIMO, C.J. Fatores que afetam a fase de vida livre de carrapatos. In: (Org.) *Controle de carrapatos nas pastagens*. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, p. 2- 17, 2013.