



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

NATÁLIA MARINS DE OLIVEIRA

**USO DA SELEÇÃO GENÔMICA NA AVALIAÇÃO GENÉTICA PARA
RESISTÊNCIA AO CARRAPATO EM BOVINOS DE CORTE**

Dom Pedrito

2013

NATÁLIA MARINS DE OLIVEIRA

**USO DA SELEÇÃO GENÔMICA NA AVALIAÇÃO GENÉTICA PARA
RESISTÊNCIA AO CARRAPATO EM BOVINOS DE CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Eduardo Brum Schwengber

Dom Pedrito

2013

NATÁLIA MARINS DE OLIVEIRA

**USO DA SELEÇÃO GENÔMICA NA AVALIAÇÃO GENÉTICA PARA
RESISTÊNCIA AO CARRAPATO EM BOVINOS DE CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Área de Concentração: Ciências Agrárias

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: / 09 /2013

Banca Examinadora:

Profº. Eduardo Brum Schwengber
Campus Dom Pedrito - UNIPAMPA

Profº. Acélio Fontoura Júnior
Campus Dom Pedrito – UNIPAMPA

Profª. Adriana Pires Neves
Campus Dom Pedrito – UNIPAMPA

O48u Oliveira, Natália Marins de

Uso da seleção genômica na avaliação genética para resistência ao carrapato em bovinos de corte / Natália Marins de Oliveira ; orientador Prof. Dr. Eduardo Brum Schwengber. – Dom Pedrito: UNIPAMPA, Curso Superior Zootecnia, 2013.

42 p.

1. Melhoramento genético 2. Sanidade 3. Tristeza parasitária bovina. I. Título

CDD 636.20896

**O entusiasmo é a maior força da alma.
Conserva-o e nunca te faltará poder
para conseguires o que desejas.**

NAPOLEÃO BONAPARTE

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente a Deus por sempre estar ao meu lado em todos os momentos da minha vida, por me guiar e me ensinar o amor ao próximo sem esperar nada em troca.

Agradeço aos meus avós Ruth e Inaude Marins, que sempre me apoiaram nas minhas decisões e por me darem todo amor e carinho do mundo. Agradeço muito a educação que a mim foi dada, pois graças aos ensinamentos e valores passados a mim, permitiram hoje chegar até aqui.

Ao meu pai Carlos Roberto de Oliveira, que mesmo não estando presente em várias etapas da minha vida, sempre me ajudou e nunca me deixou faltar nada.

Aos meus irmãos Michele e Fernando Marins, pois são pessoas muito especiais na minha vida.

A toda Universidade Federal do Pampa e ao corpo docente, campus Dom Pedrito, faculdade de Zootecnia que sempre estiveram presente e fez de tudo para que tivéssemos o melhor ensino possível e pela oportunidade de realização deste curso.

Ao professor Eduardo Brum Schwengber por ter me orientado e pela atenção dispensada a mim, pois somente com sua ajuda pude dar início a este trabalho.

Agradeço muito ao amigo Francisco Cardoso que também me orientou neste trabalho, mesmo sem tempo se dispôs a me ajudar.

Aos meus amigos Bruno, Bibiana, Renata, Gabriela, Silvia, Daniel, Marlon, Stênio, Pablo por estarem presentes nesta jornada que jamais será esquecida.

Ao meu namorado Thedi Corrêa e a família dele por terem me acolhido e me ensinado que o amor existe independentemente de haver qualquer parentesco, agradeço a eles o carinho, o respeito, a amizade e aos vários domingos que substituíram minha família.

Agradeço a todos com todo meu coração.

RESUMO

Atualmente no Brasil e nos países de clima tropical, um dos problemas na produção bovina, tanto na produção de carne como na produção de leite é o carrapato bovino. Conhecido cientificamente como *Rhipicephalus (Boophilus microplus)*, é responsável por grande perda na economia brasileira no setor da pecuária, por elevar os custos de produção com tratamentos acaricidas, equipamentos e mão-de-obra, além das perdas produtivas pela diminuição na fertilidade dos animais, à maior ocorrência de doenças, perdas por morte e redução do ganho de peso e produção de leite. Outro fato preocupante é a resistência que o carrapato adquiriu ao longo dos anos a diversos acaricidas, principalmente pelo uso indiscriminado dos produtos devido a falta de conhecimento por parte dos produtores, diminuindo ainda mais, as escassas alternativas para o controle. Tais consequências fizeram que os pesquisadores procurassem por alternativas ao controle mais vantajosas do que os acaricidas químicos, os quais são os mais utilizados atualmente. Estes acaricidas são poucos, e a resistência adquirida pelo carrapato vai chegar a tal ponto que não existirá nenhum produto capaz de combatê-lo. O uso da genética para resistência ao carrapato em bovinos, tem se mostrado bastante vantajosa, pelo fato de ser um método de controle permanente. Assim possibilitando os ganhos genéticos pela seleção de animais resistentes e o uso desta ferramenta como estratégia auxiliar no controle efetivo do parasita. O objetivo do presente estudo é apresentar resultados de pesquisas que avaliaram a resistência de bovinos ao carrapato e descrever os avanços na área de genética molecular que poderão ser valiosos no processo de identificação de animais resistentes.

Palavras – chave: melhoramento genético, sanidade, tristeza parasitária bovina, polimorfismo de sequência única.

ABSTRACT

In tropical environments, the major hindrance to cattle production are bovine ticks (*Rhipicephalus (Boophilus microplus)*). They are responsible for huge losses on Brazilian economy, rising costs with treatments, equipment and workers, besides production losses due to lower fertility, higher incidence of diseases, and reduction on weight gain and milk yield. Other factor is tick resistance to acaricides, due to indiscriminate use of products, making a smaller choice of control alternatives. These consequences have driven research towards alternatives other than chemicals presently used, for the resistance will grow to a point where there will not be any chemical to control ticks. Use of genetics for tick resistance in bovine cattle has shown to be of advantage, because it is a permanent way to control them, and without manufacture costs from acaricides. In this manner, it makes possible genetic gain, selecting resistant animals. The aim of the present study is to evaluate bovine resistance to ticks, and to describe new discoveries on molecular genetics, which Will be of great value to identify resistant animals.

Keywords: genetic breeding, sanity, tick fever, unique sequence polymorphism

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diferenças Morfológicas do Carrapato	17
Figura 2: Ciclo de Vida do Carrapato	19
Figura 3: Exemplos de grau de herdabilidade.....	28
Figura 4: Exemplo para DEP para resistência ao carrapato	31

SUMÁRIO

1. Introdução	12
2. Revisão Bibliográfica.....	15
2.1 Característica do Carrapato e Métodos de Controle	16
2.2 Efeito do Carrapato na Produção Animal	21
2.3 Resistência de Bovinos ao Carrapato: Fatores Genéticos e Ambientais	23
2.4 Parâmetros Genéticos Estimados para Resistência ao Carrapato.....	28
2.5 Programas de Avaliação Genética para Resistência ao Carrapato	30
3. Considerações Finais	36
4. Referências Bibliográficas	37

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte ganha cada vez mais destaque na economia do Brasil e vem alcançando a liderança no ranking mundial de produção de carnes. Com aproximadamente 190 milhões de cabeças, é o país detentor do segundo maior rebanho do mundo, produzindo cerca de 9 milhões de toneladas de carne/ano, com um consumo de cerca de 37,4 kg/habitante/ano, ou seja, 5 milhões e setecentas mil toneladas e ainda exporta, aproximadamente 1,325 milhão de toneladas (FNP/Anualpec, 2011). Da totalidade do nosso rebanho, 75% dos animais são específicos para corte, 20% se referem ao rebanho leiteiro e os demais possuem dupla aptidão (PINHEIRO et al., 2001, APUD, ALVES-BRANCO et al., 2002).

O crescimento da demanda mundial por alimentos de origem animal tem pressionado os produtores a aumentar a produção e a produtividade (PINHEIRO et al., 2001 apud ALVES-BRANCO et al., 2002).

O desenvolvimento da bovinocultura depende de diversos fatores intrínsecos, entre eles: condições nutricionais, sanitárias, manejo e potencial genético. Além de outros fatores, as boas condições nutricionais e sanitárias são fundamentais, não só para elevar, como também para atingir o ponto ótimo de produtividade (ALVES-BRANCO et al., 2000).

Um dos maiores problemas da pecuária no Brasil é a luta constante de combate ao carrapato, pois este afeta diretamente no setor econômico do país, aumentando os custos com tratamentos acaricidas, o baixo desempenho dos animais e a desvalorização do couro (GRISI et al., 2002). Estudos apontam que o carrapato dos bovinos, conhecido como *Rhipicephalus (Boophilus microplus)*, é um dos parasitos de maior impacto econômico sobre a pecuária brasileira, sendo responsável por um prejuízo de dois bilhões de dólares por ano no Brasil segundo dados estimados por Grisi et al. (2002).

A imunização de bovinos suscetíveis tem sido uma alternativa de controle das doenças causadas pelo carrapato, porém ela não impede, com frequência, a ocorrência de perdas significativas.

Existem muitos métodos de controle ao carrapato, tais como, banhos estratégicos, e utilização “*pour-on*” ou “*spot on*” com diferentes acaricidas, produtos endectocidas, vacinas contra o carrapato e o uso da resistência genética dos bovinos ao parasita (FURLONG et al., 2005). Um dos mais graves inconvenientes do controle químico é o desenvolvimento de resistência aos princípios ativos. Cardoso, et al., 2006, evidenciou que o aproveitamento da resistência natural dos bovinos aos carrapatos e às doenças por ele transmitidas tem sido adotado como método complementar aos métodos preventivos de combate ao carrapato em áreas de clima tropical.

Segundo Teodoro et al., 2004, animais *Bos taurus indicus* são mais resistentes aos carrapatos do que os animais *Bos taurus taurus* e devido a isso, existe uma dificuldade de introduzir as raças Britânicas nas regiões tropicais do Brasil. Na Índia, os animais (*Bos taurus indicus*) convivem há séculos com o carrapato *R. (Boophilus microplus)*. Acredita-se que através da seleção natural os animais mais sensíveis ao carrapato foram eliminados com o tempo, restando apenas os animais geneticamente mais resistentes, onde estes tiveram mais chances de se reproduzirem. O gado europeu, possivelmente seja menos resistente ao carrapato pelo fato de quase não existir o parasita nas regiões de origem (MARTINEZ et al., 2004).

Nesse sentido, vários autores reportam a existência de variabilidade genética aditiva em bovinos para resistência ao carrapato e a possibilidade de seu uso em programas de seleção. (OLIVEIRA et al., 1989; GOMES, 1992; VERÍSSIMO et al., 1997; SILVA et al., 2010). Estudos sobre a variabilidade genética para resistência ao carrapato em bovinos indicam uma alternativa de ganhos genéticos pela seleção de animais resistentes e, conseqüentemente a utilização, desta ferramenta como estratégia no controle do parasita.

A identificação de genes responsáveis pela resistência deve contribuir para aumentar a eficiência da seleção. Com o desenvolvimento das metodologias de análise molecular, genes para resistência têm sido identificados em espécies-modelo (KEMP et al., 1997, BISHOP et al., 2002).

Por isso, o uso da genética é uma das alternativas encontrada para controlar ou amenizar o problema do carrapato, mas salientando que não existe raça imune ao carrapato e sim raças mais resistentes, bem como animais mais resistentes dentro de cada raça.

Atualmente alguns catálogos de reprodutores incluem a DEP (Diferença Esperada na Progenie) para resistência ao carrapato e, portanto, mais adaptados aos sistemas de criação. O desenvolvimento de métodos e estratégias para combinar ferramentas de Genética Quantitativa e Molecular, está sendo trabalhados por órgãos de pesquisa para introduzir nos programas de Melhoramento a Seleção Genômica para resistência ao carrapato.

O presente estudo tem por objetivo fazer um levantamento bibliográfico visando a avaliação da resistência de bovinos ao carrapato e o uso da Seleção Genômica nos principais programas de melhoramento genético e seu impacto no meio produtivo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O carrapato *R. (Boophilus microplus)* é uma das principais causas de perdas produtivas na bovinocultura brasileira, a distribuição desse parasita ocorre entre os paralelos 32°N, passando pelo sul dos Estados Unidos, região mediana do México e norte da África, e 32°S, cortando o sul do Brasil, o centro do Uruguai e da Argentina, e o sul da Austrália (GONZÁLES, 2003).

Alves-Branco et al. (2000) relatou que as condições climáticas encontradas no sul do Brasil causam uma queda populacional de carrapatos nos meses de baixa temperatura e permitem a ocorrência de, em média, apenas três gerações do *R. (Boophilus microplus)* nos meses quentes do ano, com níveis crescentes de parasitismo de setembro a maio. Essa variação dos níveis de infestação no decorrer do ano gera uma instabilidade enzoótica, impedindo a imunização natural e constante dos animais contra os agentes da tristeza parasitária bovina (TPB), causando surtos dessa doença quando há novos aumentos da população de carrapatos. Um levantamento realizado em 2005 pelo Sistema SEBRAE/SENAR/FARSUL constatou que aproximadamente 40% dos produtores do Rio Grande do Sul registraram casos de TPB, com perda média de 5,7 animais/ano (ANDRADE et al., 2007).

Os animais parasitados apresentam, uma redução no seu desempenho e desvalorização do couro, além de um elevado gasto com tratamentos acaricidas. Além disso, o prejuízo é agravado pela transmissão de outros agentes etiológicos, como *Babesia bovis*, *Babesia bigemina* e *Anaplasma spp*, causadores da Tristeza Parasitária Bovina (TPB) (RIBEIRO, 1989; REGITANO et al., 2006).

Durante séculos, os animais domésticos vêm sofrendo com o ataque de parasitas e organismos infecciosos. Ao longo do tempo muitas doenças foram controladas de forma natural, e através da resistência, hoje convivemos com várias raças e espécies de animais resistentes, permitindo a existência de variabilidade genética. Nos bovinos, os zebuínos e seus mestiços, destacam-se pela enorme resistência ao carrapato (FRISCH, 1999).

Os métodos de defesa do organismo dos bovinos ao carrapato ainda são pouco conhecidos. Uma das alternativas para evitar grandes perdas de produtividade, ou a morte dos animais pelo contato com o carrapato, é através da identificação de animais portadores de genes responsáveis pela maior resistência ao parasita e a possibilidade de incorporar no processo seletivo como uma alternativa ao problema.

2.1 Característica do carrapato e métodos de controle

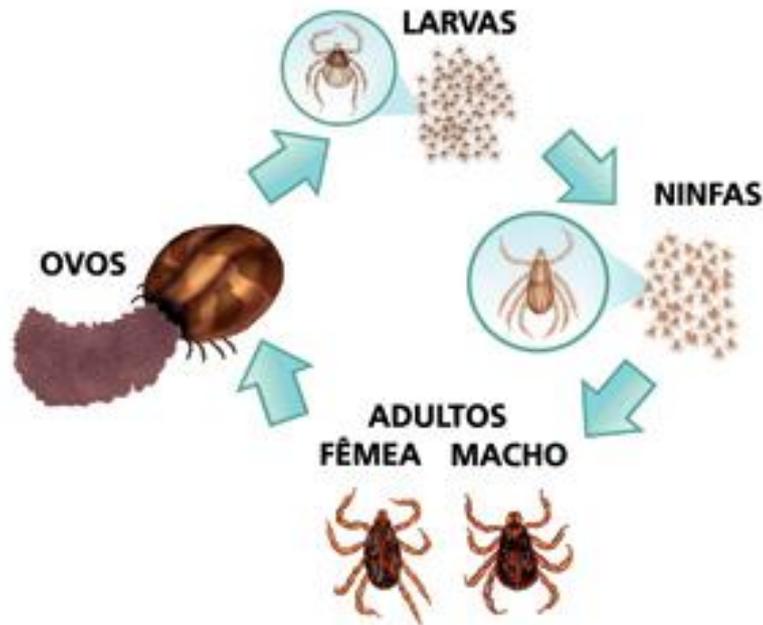
No Brasil, o carrapato *R. (Boophilus microplus)* é um dos principais ectoparasitos de importância econômica e sanitária à bovinocultura (CANAVACI, 2006).

O carrapato dos bovinos apresenta como nome científico *Rhipicephalus (Boophilus microplus)*, e pertence ao grupo das aranhas e dos aracnídeos. Ele é um parasita, pois necessita passar parte de sua vida em um hospedeiro (FURLONG, 2005)

O carrapato também inocula os parasitas *Babesia bovis*, *Babesia bigemina*, *Anaplasma marginale*, e *Anaplasma centrale*, mas isto depende do sexo e do estágio de desenvolvimento do carrapato. As doenças que estes parasitas causam, possuem sintomas semelhantes e em geral são agrupadas no complexo da Tristeza Parasitária Bovina.

As diferentes fases de vida do carrapato *R. (Boophilus microplus)* e as diferenças morfológicas entre macho e fêmea dessa espécie, são apresentadas na figura 1.

FIGURA 1: Diferenças morfológicas do carrapato e fases de vida.



Fonte: Bayer Pet – Portal de Saúde para Cães e Gatos.

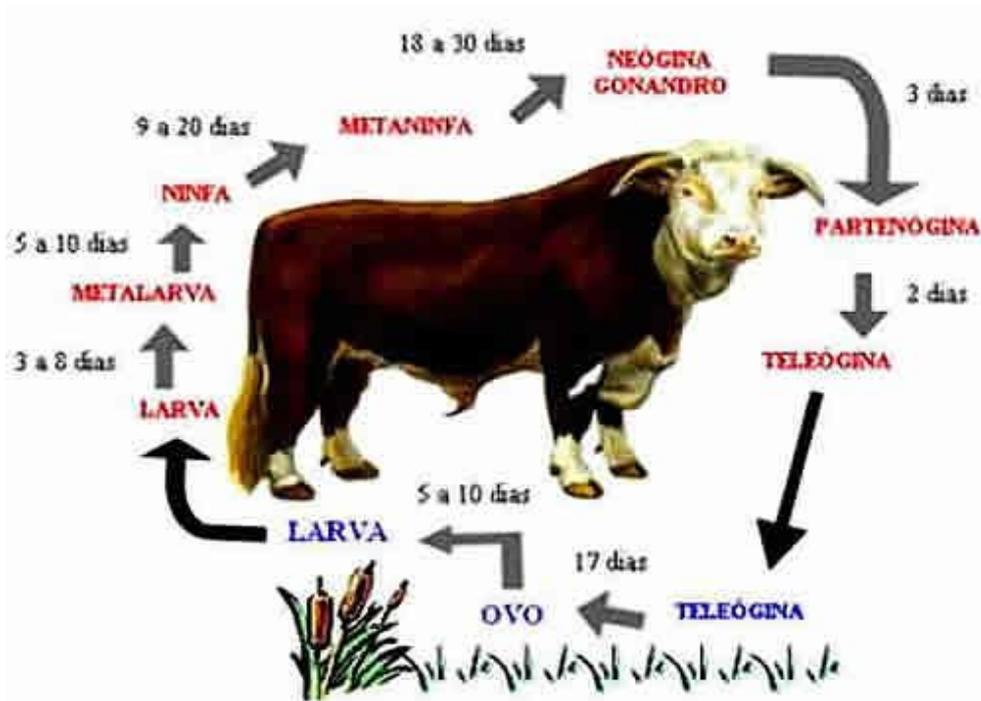
As fêmeas do *R. (Boophilus microplus)* ingerem grande quantidade de sangue, aproximadamente 2,5ml de sangue por ciclo e promove uma perda de 8,9 ml de leite por dia, por animal, sendo considerada parte importante do problema. Estudos realizados por Grisi et al. (2002) apontam ainda uma redução no ganho de peso que pode chegar a 6 kg/animal/ano, com mortalidade na ordem de 1,2%. Além disso, o *R. (Boophilus microplus)* é o responsável pela transmissão de doenças como babesiose e anaplasmose conhecidas como Tristeza Parasitaria Bovina, com prejuízos de US\$ 500 milhões/ano considerando o uso de medicamentos e morte de animais (ANDRADE et al., 2007). Outro dano direto causado pelo carrapato é a perda de qualidade do couro, uma vez que as feridas causadas pelas picadas do parasita facilitam as infestações por bernes, miíases e /ou infecções bacterianas, quando estão sobre os animais. As fêmeas e os machos do carrapato inoculam substâncias nos animais através da saliva, deixando os animais inquietos, pois causa coceira no local lesionado, consequentemente a perda de peso dos animais e a falta de apetite (BIEGELMEYER, 2012).

Segundo Veríssimo (1993) o acasalamento de machos e fêmeas adultas de carrapato acontece sobre os bovinos, depois dessa etapa as fêmeas dão início ao processo de alimentação e ingurgitamento do sangue. Nessa etapa ocorre a separação da parte sólida e líquida, armazenando as proteínas necessárias à produção dos ovos. Estando repletas, e com seu peso aumentado, se soltam do animal, preferencialmente nas primeiras horas da manhã.

Inicia-se a fase não-parasitária do carrapato, onde agora vai se desenvolver sem a presença do bovino. A fêmea ingurgitada no chão, tecnicamente chamada de *teleógina*, procura um lugar úmido e sem exposição ao sol, para a liberação dos ovos. Dependendo da temperatura e da umidade, num período de cerca de 60 dias nos meses mais quentes e úmidos do ano, e de 120 dias nos meses frios e secos, os ovos se desenvolvem originando as larvas (FURLONG, 2005).

As larvas permanecem no chão, durante um período de dois a três dias, até que ocorra o endurecimento da carapaça ou cutícula, logo em seguida, juntas elas sobem na planta que encontram, ficando agrupadas, e esperando a passagem dos bovinos (GOMES, 1992). A fase parasitária inicia-se quando se aloja no hospedeiro, então as larvas começam a alimentar-se e crescer, conforme explica a figura 2.

FIGURA 2: Ciclo de vida do carrapato.



Fonte: www.editora.ufla.br, 2013.

Historicamente, o método mais utilizado de controle do carrapato bovino tem sido o químico, baseado na utilização de princípios ativos que atuam na fase de vida parasitária dos vetores. Os carrapaticidas controlam as infestações por causarem a morte ou atuarem na reprodução das fêmeas, causando inibição da postura ou inviabilidade dos ovos.

Os carrapaticidas são classificados em famílias ou grupos químicos e atualmente pode-se agrupá-los segundo a forma de aplicação em: de contato, aplicados por banhos de pulverização, imersão, *spot-on* ou por *pour-on* e os mais utilizados atualmente são: Organofosforados, Amidínicos, Piretróides sintéticos. Os menos conhecidos e pouco utilizados são o Cymiazol e o Naturalyte. Os sistêmicos também são bastante utilizados, com diversas maneiras de aplicação, porém com a diferença de que atuam pela circulação sanguínea e compreende as Lactonas macrocíclicas e as Benzofenilureas, que agem como inibidores do crescimento (FURLONG et al., 2005).

Esta estratégia baseia-se na ação de carrapaticidas químicos em larga escala, o que, ao longo do tempo, acarreta resistência dos carrapatos aos diversos compostos empregados.

Conforme Martins (2006) nos últimos anos, os carrapaticidas organofosforados, os piretróides e, em alguns casos, os amidínicos já não controlam mais eficientemente os carrapatos em várias regiões do país.

Em pesquisa realizada no Instituto Biológico, da Secretaria de Agricultura Paulista, Mendes, (2010) constatou que de sete grupos químicos que compõem os carrapaticidas registrados no Brasil, o carrapato bovino tem resistência parcial ou total a cinco. Os casos de carrapatos resistentes aos piretróides passaram de 83%, em 2007, para 100%, em 2008; enquanto para o organofosforado clorpirifós, a resistência aumentou de 50%, em 2007, para 95%, em 2008.

Como consequência dessa resistência química, ocorre um aumento no número de aplicações, elevando os custos, os riscos de contaminação ambiental, da pessoa responsável pela aplicação do produto e o risco de resíduos na carne e no leite.

A vida útil dos produtos comerciais depende da correta utilização por parte do produtor e esta pode ser prolongada pela utilização de testes laboratoriais, como a imersão de *teleóginas*, que identificam e avaliam a sensibilidade de populações de carrapatos à carrapaticidas auxiliando nas decisões para o controle (MENDES et al., 2007 apud GOMES, 2009).

Pode-se constatar de que a estratégia baseada simplesmente no uso de acaricidas, para promover o controle total do carrapato, não tem sido economicamente viável, o que tem levado os pesquisadores a procurarem outros métodos de controle.

Os carrapaticidas são produtos químicos que, em determinadas condições, podem intoxicar e matar os animais. É de extrema importância que se faça o uso correto desses produtos de acordo com o indicado pelo fabricante.

Alguns tipos de carrapaticidas não devem ser utilizados em animais de produção leiteira e tão pouco para o abate pelo fato de apresentarem resíduos tóxicos ao consumidor. Outras categorias do rebanho como terneiros que não atingiram os quatro meses de idade, animais no final da gestação e em lactação também são sensíveis a alguns carrapaticidas que

não devem ser utilizados nesses casos. Os animais devem ser banhados ou tratados de acordo com o produto correto para cada categoria e também nos horários corretos, nas primeiras horas da manhã, nunca em períodos de sol forte e nunca imediatamente após esforço físico.

As vacinas contra carrapato baseadas em um antígeno tem provado ser um método alternativo de controle bastante efetivo (WILLADSEN et al., 1995; RODRIGUEZ et al., 1995 apud MARTINEZ et al., 2004). As vacinas não são de efeito rápido e duradouro para o controle do carrapato, é preciso reforçar várias vezes a vacina nos animais até chegar ao ponto onde estes estarão mais resistentes ao parasita. Mas é uma alternativa viável à longo prazo.

O controle biológico baseia-se no conhecimento da epidemiologia e ecologia do carrapato, associado a técnicas de manejo dos animais e das pastagens, dificultando a sobrevivência das fases de vida livre do parasita. Entre as práticas preconizadas estão a rotação de pastagens, cultivo de espécies forrageiras com ação repelente ou carrapaticida sobre as larvas, alternância de pastoreio entre ovinos e bovinos, ação de predadores naturais e uso de microorganismos patogênicos aos carrapatos, como fungos e bactérias (ALVES-BRANCO et al., 2000; SONENSHINE et al., 2006; LEEMON et al., 2008; SAMISH et al., 2008; SANTI et al., 2009 apud BIEGELMEYER et al., 2012).

Porém, os métodos de controle citados anteriormente aumentam os custos de produção e pode correr risco de contaminação de produto, sendo um fator limitante. O método do uso de animais resistentes, entre e dentro das raças é de menor custo e é permanente.

A avaliação da resistência de bovinos a ectoparasitos, particularmente ao carrapato, é importante critério a ser observado na formação de novas raças, na comparação entre raças e na escolha de linhagens dentro de uma raça (WATERS, 1982 apud OLIVEIRA et al., 1989).

2.2 Efeito do carrapato na produção animal

Os prejuízos causados pelo carrapato são decorrentes tanto de sua ação direta sobre os animais parasitados, através de anemias provocadas pelo hematofagismo e desvalorização do couro, pela ocorrência de lesões e miíases, bem como pelas perdas indiretas causadas pela babesiose e anaplasnose, hemoparasitoses que caracterizam, como já descrito, o complexo da TPB.

Entre as perdas indiretas, podem ser citados: o custo com o controle químico, mão-de-obra, os danos ambientais decorrentes do uso desses produtos, os resíduos deixados nos produtos de origem animal (ANDREOTTI e GOMES, 2003), uma vez que, se não for cumprido o período de carência, o produto não deve ser destinado ao consumo humano (FURLONG e PRATA, 2006), e os riscos de intoxicações, que por períodos prolongados, podem levar à efeitos teratogênicos e/ou carcinogênicos no homem (ROJAS et al., 2000 apud SILVA, 2001).

Além de todas essas perdas, o deslocamento do animal até o curral, produz uma desorganização em suas atividades (PARANHOS DA COSTA e NETO, 2003), e isso faz com que o animal emagreça até 15 kg por manejo (ARENALES, 2004). Com o estresse dos animais durante a rotina de manejo, os riscos de acidentes são agravados, levando ao aumento de contusões nas carcaças, além de a carne ficar mais dura e escura (PARANHOS DA COSTA et al., 2004).

Um bovino infestado com carrapatos e parasitado por vermes, se não for tratado, pode sofrer perdas de 18 a 47 kg de peso/ano (HOMER e GOMES, 1990). Na Austrália, Frisch et al. (2000) estimaram a perda média de peso, de um animal de 12 a 18 meses de idade e com carga parasitária de 40 carrapatos/dia, seria equivalente a 20 kg por ano. Também se observou perdas de 182 litros de leite/ animal/ ano ou o equivalente a 5300 toneladas anuais de manteiga. Segundo Jonsson et al. (1998), uma infestação de 100 carrapatos/dia pode ocasionar a redução de 890 ml de leite por dia. Segundo esses autores, um animal pode morrer se permanecer infestado com mais de 200 carrapatos por um período de seis semanas.

Em Cuba estima-se perda de 182 litros de leite por lactação e queda de 20% no índice de natalidade, além das perdas associadas à produção, foi relatado que 22% das fêmeas diminuem a apresentação de cio e o índice de natalidade é reduzido em 20% (CORDOVÉS et al., 1986 apud CORDOVÉS, 1997).

No México, estima-se que a infestação por carrapatos ocasiona redução de, aproximadamente, 48% na produção de leite e perda de 40 a 50 kg de peso durante a vida produtiva em novilhos (BELTRAN, 1977 apud CORDOVÉS, 1997).

Em um estudo conduzido na Austrália por Sing, Johnston e Leatch (1983), por sete anos consecutivos, em gado de corte submetido a controle estratégico com três banhos ao ano, exceto no primeiro e segundo anos, que corresponderam a cinco e quatro banhos respectivamente, demonstrou-se que a relação custo/benefício do controle carrapaticida é altamente positiva, sendo que nessa análise foram incluídos o custo dos acaricidas, mão-de-obra, equipamento e sua manutenção e ainda a vacinação contra as *Babesia ssp* e *Anaplasma ssp*, e como benefícios foram encontrados o ganho de peso e a comercialização dos animais. Os animais jovens, entre 27 a 29 meses de idade, tiveram um ganho médio de 45 kg por cabeça a mais comparados com animais não tratados, ocorrendo ainda a morte de dois animais pela alta infestação. No caso das vacas, o ganho médio do grupo tratado foi em torno de 35 Kg/cabeça e não houve morte, nem diferença na fertilidade do grupo controle.

Atualmente, a detecção de resistência a acaricidas é realizada através de bioensaios *in vitro* ou *in vivo* (testes de estábulo e de campo). Os bioensaios *in vitro* são baseados nos estágios de vida livre do carrapato, como larvas ou fêmeas ingurgitadas prontas para oviposição (SCOTT, 1995 apud KLAFKE, 2011) e os testes *in vivo* são geralmente conduzidos com animais, natural ou artificialmente infestados submetidos ao tratamento com a droga a ser testada. Há mais de 40 anos os bioensaios têm sido utilizados com sucesso no diagnóstico de resistência a acaricidas (FAO, 2004).

2.3 Resistência de bovinos ao carrapato: fatores genéticos e ambientais

A existência de resistência entre espécies foi inicialmente evidenciada por (JOHNSTON et al., 1918 apud OLIVEIRA, 1989). Entretanto, as primeiras experiências neste sentido só foram elaboradas por Villares (1941), constatando, entre raças nacionais, européia e indiana, valores diferentes de resistência ao carrapato. Esses conhecimentos, quando associados aos da ecologia do *Rhipicephalus Boophilus microplus* (OLIVEIRA et al. 1974), facilitam sensivelmente o manejo e controle dessa praga.

O mecanismo da resistência é um fenômeno complexo e ainda pouco compreendido. Riek (1972) descreveu dois tipos de mecanismos: resistência inata que já está presente no animal e não depende do contato prévio do bovino com o carrapato B. *microplus* e resistência adquirida evidenciada após a exposição do animal a algumas infestações por carrapatos.

Muitos estudos têm associado os fenótipos de resistência a mecanismos imunológicos adquiridos, após a exposição dos animais a infestações (KASHINO et al., 2005).

A avaliação da resistência de bovinos a ectoparasitos, particularmente ao *carrapato-boi Rhipicephalus (Boophilus microplus)*, é fator importante como critério a ser observado na formação de novas raças, na comparação entre raças e na escolha de linhagens dentro de uma raça (WATERS, 1982).

Trabalhos experimentais mostram que, em geral, a quantidade de carrapatos encontrados em animais de raças zebuínas e mestiços zebu-europeu é significativamente menor que o número encontrado em animais de raças europeias (RIEK 1962, FRANCIS e LITTLE 1964, JOHNSTON e HAYDOCK 1969, SEIFERT 1971, O'KELLY e SPIERS 1976, UTECH e WHARTON 1982 e MADALENA et al. 1985 apud OLIVEIRA et al., 1989).

Entretanto os fatores genéticos e ambientais influenciam na resistência dos bovinos ao carrapato, sendo eles responsáveis pelos diferentes graus de infestação por carrapatos entre animais. Segundo trabalhos realizados, os principais fatores que afetam a resistência dos bovinos ao *R. (Boophilus microplus)* são, a raça, sexo, gestação e lactação, estação do ano, idade, nutrição, estresse, espessura do pelame e comprimento do pêlo, coloração do pelame, número de *mastócitos* na pele (SILVA, 2010).

Todos animais de origem zebuína, são mais resistentes ao carrapato, e a raça Nelore talvez seja a mais resistente delas. No caso das raças Jersey e Holandesa, ambas europeias, são suscetíveis, mas a Jersey apresenta maior resistência ao carrapato quando comparada com a raça Holandesa (VERÍSSIMO, 1993).

Em estudos sobre a variabilidade genética entre raças, Lemos et al. (1985) reforçam que o mestiço europeu x zebu tem sua resistência ou suscetibilidade dependente da proporção de sangue europeu que ele venha a ter: por exemplo, a suscetibilidade será maior nos animais que tiverem maior grau de sangue europeu (ex: 3/4, 7/8, 15/16 europeu x zebu) e a resistência será maior nos animais que tiverem maior grau de sangue zebuino (ex: 5/8, 1/2, 1/4 europeu x zebu). Na raça Braford, Ayres et al.,(2009) concluíram que o número de carrapatos diminuía à medida que a proporção de genes *bos indicus* aumentava.

Em um estudo comparativo entre diferentes raças de bovinos de corte na Austrália, Frisch e O'Neill (1989) apresentaram a seguinte classificação decrescente quanto a resistência ao carrapato: Brahman e Boran (*B. indicus* indiano e africano, respectivamente), Belmont BX (Brahman x Hereford x Shorthorn), Belmont Red (Africander x Hereford x Shorthorn), Belmont Adaptur (Hereford x Shorthorn), Tuli (*B. taurus* sul-africano), e Charolês (*B. taurus* europeu).

A variabilidade da resistência ao carrapato não se observa apenas entre raças filogeneticamente diferentes, como no caso entre *Bos indicus* e *Bos taurus*, mas também entre raças da mesma origem e entre indivíduos de mesmo grupo racial. Utech et al (1978) constataram que entre as raças europeias, os bovinos Jersey são apontados como mais resistentes quando comparados a outros grupamentos de *B. taurus*, enquanto na raça Brahman, considerada uma das mais resistentes entre as zebuínas, cerca de 10% dos animais apresentam apenas resistência intermediária ao carrapato. O conhecimento disso é importante para um programa adequado de controle do carrapato através da seleção de bovinos resistentes.

Quanto ao sexo e o estado fisiológico, as fêmeas são mais resistentes ao carrapato que os machos, tanto em infestações artificiais como em infestações naturais; e no final da gestação, e durante a lactação, as vacas podem ficar mais suscetíveis ao carrapato, devido, possivelmente, à interferência que hormônios sexuais estariam exercendo sobre a imunidade do animal (VERÍSSIMO, 1993).

A idade dos animais também interfere na resistência, vacas novas são menos suscetíveis que as mais velhas, e terneiros com idade entre 8 a 12 meses também são mais suscetíveis. Os bezerros muito jovens e/ou lactentes são mais resistentes ao *B. microplus*, pois, possivelmente, alguma substância presente no leite, sangue ou no colostro confere essa resistência (VERÍSSIMO et al., 1997).

Portanto, quanto mais cedo o contato dos terneiros com o carrapato, mais resistentes serão futuramente. O ideal é que esse contato aconteça logo após o nascimento, onde o terneiro está recebendo imunidade através do colostro e do leite materno, assim formando defesas contra os agentes da Tristeza Parasitária Bovina (VERÍSSIMO et al., 1993).

Quanto a nutrição, os bovinos devem receber alimentação adequada o ano todo, permanecendo em pastos prejudiciais à larva do carrapato (ex: capins do gênero *Panicum*, capim gordura (*Melinis minutiflora*) e leguminosas do gênero *Stylosanthes*), pois animais desnutridos ou com deficiência de alimentos, serão mais susceptíveis à doenças, segundo recomendações de Veríssimo (1993).

Os fatores climáticos também interferem para a suscetibilidade dos animais. Sutherst et al. (1983) apud Furlong (1993) demonstraram que a suscetibilidade dos bovinos europeus e mestiços aumenta durante o outono, devido ao encurtamento do fotoperíodo. No inverno, a infestação diminui devido ao clima frio, que prejudica a fase de vida livre do ácaro (VERÍSSIMO e MACHADO, 1995).

Outro fator muito importante que deve ser considerado é o estresse que os bovinos passam devido a diversos fatores, como por exemplo, falta de alimento, frio, desmame, calor intenso, troca brusca de alimento, etc. O estresse desencadeia a liberação de alguns hormônios que inibe as defesas contra agentes infecciosos.

O comprimento do pêlo e a espessura do pelame também recebem bastante destaque sobre resistência ao carrapato. Pesquisas relacionaram a infestação de carrapatos com a espessura do pelame, enquanto outras pesquisas relacionaram com o comprimento do pêlo. Foi encontrada correlação positiva e significativa entre infestação de carrapatos e espessura do pelame no gado Caracu (FRAGA et al., 2003), e entre infestação de carrapatos e comprimento do pêlo em gado mestiço europeu x zebu (VERÍSSIMO et al., 2002).

Recentemente, confirmou-se a alta correlação (73%) entre infestação de carrapatos e comprimento do pêlo em gado mestiço, e constatou-se em um rebanho da raça Jersey no Estado de São Paulo, que esses animais possuem pêlos muito curtos, semelhantes aos das raças zebuínas Gir e Nelore, e infestação de carrapatos bem menor que as outras raças de origem europeia, como a Holandesa e Pardo-Suíça, o que indicaria a boa adaptação do Jersey aos trópicos (VERÍSSIMO et al., 1997).

O pelame dos bovinos também apresentou diferenças consideráveis à resistência ao carrapato, o pelame mais claro apresenta menor grau de infestação. Andrade et al. (1998) verificou que bovinos da raça Gir de cor mais clara (branco, chita e chita claro) tiveram as

menores médias de infestação. Animais da raça Canchim de pelame mais claro também foram menos infestados que os mais escuros (OLIVEIRA e ALENCAR, 1987), o mesmo observaram Alves-Branco et al. (1987) na raça Brangus: os animais de pelagem vermelha possuíam menor número de carrapatos que os de pelame preto. Este fato deve-se ao comportamento dos bovinos de pelagem mais escura que preferem locais sombreados e que são também locais de preferência dos carrapatos, facilitando o acesso das larvas aos animais.

Rocha (1976) verificou que os hospedeiros direcionam suas defesas para região afetada pelo parasita, pois eles tentam se livrar das larvas mediante o ato de lambar ou de coçar-se de encontro as superfícies ásperas. Reações de hipersensibilidade, ocasionando uma reação edematosa exsudativa e pruriginosa provocada pelas secreções salivares das larvas do *Boophilus microplus*, foram observadas em bovinos resistentes ao parasita (RIEK, 1962; WILLADSEN et al., 1978 apud SILVA et al., 2010) e podem causar por conseguinte, a queda do carrapato. Alguns autores como Schleger et al. (1981), acreditam que a presença de anastomoses arteriovenosas na pele dos animais pode estar também associada a resistência ao carrapato, entretanto, o que se sabe é que estas *anastomoses* estão mais associadas à termoregulação dos animais.

Outro mecanismo considerado de suma importância para a resistência dos bovinos é a presença de *histamina dos mastócitos*, que atuaria no desprendimento das larvas e na ativação da auto-limpeza do hospedeiro. Schleger et al. (1981), Moraes et al. (1992) e Veríssimo et al. (2002) verificaram que os animais resistentes possuíam quantidade de mastócitos dérmicos mais acentuada quando comparados com animais susceptíveis.

De acordo com Cardoso, 2013, observou as várias características de individualidade dos animais que podem comprometer os resultados de campo na contagem de carrapatos. Pois muitos indivíduos fazem o processo de auto-limpeza de uma forma muito eficaz, não se relacionando com raça nenhuma. Os indivíduos de origem britânica são mais susceptíveis a infestação pelo carrapato, e mesmo desenvolvendo um processo de reação celular (imunidade celular) maior não conseguem livrar-se do parasita, já os indivíduos azebuados pelo fator espessura de pêlo principalmente desenvolvem uma reação local menor, ou seja, possuem uma menor liberação de histamina pelos mastócitos, em trabalho ainda não publicado feito na Embrapa, diagnosticou-se que indivíduos ½ sangue Angus x Nelore apresentaram menor infestação que indivíduos da raça Caracu, que possuem pelagem bastante baixa, porém em

relação à infestação por carrapatos se aproximam mais das raças britânicas do que do Zebu e suas cruzas.

2.4 Parâmetros genéticos estimados para resistência ao carrapato

O conhecimento da herdabilidade da característica sob seleção é essencial para obtenção do progresso genético, pois indica o quanto da superioridade fenotípica é transmitida para próxima geração.

Lasley (1987) afirmou que a resistência dos bovinos às parasitoses é, aparentemente, determinada pelo envolvimento de muitos pares de genes, envolvendo ação gênica aditiva e causando, portanto, variação entre indivíduos de uma população.

Para o grau de resistência dos bovinos ao carrapato as estimativas de herdabilidade têm variado desde valores muito baixos, tais como: 0,043, medido em gado zebuíno Gir (GOMES, 1992), a um valor altíssimo (0,82) medido em uma população F2 europeu x zebu (SEIFERT, 1971). Na tabela 1, temos exemplos de raças e seu grau de herdabilidade para resistência ao carrapato pelo método de contagem.

Tabela 1, grau de herdabilidade para resistência ao carrapato.

Autores	h²	raça
Seifert, 1971	0,82	F2 europeu x zebu
Gomes, 1992	0,04	Gir
Cardoso et al., 2000	0,47	F1 Angus x Nelore
Fraga et al., 2003	0,22	Caracu
Fraga et al., 2003	0,15	Caracu
Cardoso et al., 2006	0,20	Braford

Fonte: autoria própria

As estimativas de herdabilidade para resistência a *R. (Boophilus microplus)*, em bezerros F1 Angus x Nelore, com cerca de um ano de idade, avaliados por Cardoso et al. (2000), segundo a contagem em um dos lados e em diferentes regiões do corpo foram de 0,47 para todo o lado esquerdo, 0,11 para a região mediana, 0,46 para a posterior e 0,32 para entre pernas (períneo). Segundo os autores, as regiões do corpo avaliadas poderiam ser usadas como critérios de seleção, e o acesso seria dependente da facilidade da coleta dos dados no rebanho.

Fraga et al. (2003) estimaram a herdabilidade da resistência ao carrapato no gado Caracu em 0,22 (contagem em todo o lado) e 0,15 (avaliação por escore visual). Os autores concluem que existe variação genética aditiva para o grau de infestação por carrapatos suficiente para se obter progresso genético para resistência, através da seleção dos animais menos infestados.

Entretanto, observou-se uma estimativa de herdabilidade apenas moderada nos rebanhos pertencentes a Conexão Delta G, que de acordo com Cardoso et al. (2006) aproximadamente 20% da superioridade fenotípica dos animais para a resistência aos carrapatos era de origem genética aditiva. Os estudos realizados estabeleceram, portanto, que o processo de coleta de dados deve ser melhorado e que alternativas tecnológicas inovadoras são necessárias para aumentar a confiabilidade nas estimativas geradas pelo processo de avaliação genética e, conseqüentemente, os ganhos genéticos decorrentes da seleção para essa característica.

A seleção para a resistência ao carrapato avalia o número de carrapatos de tamanho superior a 4,0 mm, ou entre 4,5 e 8 mm, em todo um lado do animal, da cabeça até a ponta da cauda (VERÍSSIMO et al., 1997). A contagem parcial, feita nessas regiões apresentou boa correlação com a contagem em todo um lado (CARDOSO et al., 2000). A avaliação por escore visual do grau de infestação poderia ser utilizada para selecionar animais resistentes ao carrapato (FRAGA et al., 2003),

O incremento de programas de seleção considerando a resistência dos animais ao carrapato bovino *R. (Boophilus microplus)* poderá explorar genes de efeito maior (FRISCH, 1994 e FRISCH et al., 2000) associados a essa resistência, assim como a utilização de

marcadores moleculares que possa estar associados à resistência dos animais a estes ectoparasitas.

2.5 Programas de avaliação genética para resistência ao carrapato e o uso da seleção genômica

Tradicionalmente, a obtenção das estimativas de valores genéticos é baseada na metodologia dos modelos mistos, incorporando dados de genealogia e do fenótipo do animal e de seus parentes para obter predições BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*) do valor genético dos indivíduos (Henderson, 1975).

A identificação de animais superiores para resistência ao carrapato constitui um fator limitante devido a coleta de dados ser de alto custo, pois além de requerer técnicos capacitados para realizar as contagens, é necessário expor os animais ao desafio por carrapatos, podendo diminuir o desempenho destes em outras características de importância econômica (p.ex., ganho de peso, taxa de prenhez etc.), aumentar os casos de TPB, contaminar pastagens, além da necessidade de tratamento de animais doentes (MARTINEZ et al., 2004).

Segundo Biegelmeyer (2012), os avanços nas pesquisas da biologia molecular ultimamente consolidaram a importância do melhoramento genético como uma ferramenta para aumentar a produtividade dos rebanhos. Os marcadores moleculares são informações obtidas diretamente do material genético dos animais, podendo substituir os procedimentos clássicos de avaliação, que consideram os fenótipos individuais e de indivíduos aparentados.

A inclusão de dados fornecidos pelos marcadores moleculares cobrindo todo genoma no processo de predição do mérito genético, além dos dados de desempenho e de pedigree, no processo denominado seleção genômica (Meuwissen et al., 2001), permite um aumento na acurácia dos valores genéticos estimados (Goddard & Hayes, 2009). A implementação da seleção genômica (SG) compreende três etapas principais: (1) genotipagem de uma população referência, caracterizada fenotipicamente, com conjuntos de SNPs em média e/ou alta densidade e posterior estimativa dos efeitos dos marcadores ou haplótipos (grupos de marcadores); (2) validação dos efeitos estimados em um grupo de animais que não pertence à população referência e, finalmente; (3) a predição dos valores genéticos de indivíduos

candidatos à seleção, baseados nos genótipos dos marcadores e dos efeitos estimados (Hayes et al., 2009).

Segundo os pesquisadores as principais vantagens que o projeto trará aos produtores são menores custos de produção, pela diminuição de número de tratamentos para controle de carrapatos, menor riscos de resíduos na carne, menor risco de contaminação ambiental pelo manejo dos banheiros carrapaticidas e maior oportunidade de criar animais taurinos na região tropical do país. Acredita-se que como projeto já existe à praticamente catorze anos na tentativa de selecionar animais mais resistentes ao carrapato, através de testes de infestação e geração de dados em DEPs (DIFERENÇAS ESPERADAS NA PROGENIE) , este ficará mais completo quando a genotipagem estiver concretizada na sua totalidade (GASPARIN et al., 2007). No exemplo a seguir, a DEP -10, significa que os filhos deste touro, terão 10 carrapatos a menos que o pai.

Exemplo: Touro com DEP para resistência ao carrapato = -10.



Segundo Barendse (2007), a maioria das características de interesse econômico na pecuária é controlada por muitos genes de pequeno efeito individual, que estão sujeitos a influências ambientais. As características quantitativas são controladas por segmentos cromossômicos, tais como a resistência a ectoparasitas, e são denominados *Quantitative Trait Loci* (QTLs).

Os marcadores disponíveis no mercado para os bovinos estão associados principalmente a características de desenvolvimento ponderal, como pesos e ganhos de peso em diferentes idades. No entanto, alguns estudos já sugeriram a ocorrência de genes de efeitos

maior para resistência ao carrapato, que poderiam ser explorados no processo de seleção de animais resistentes.

Um destes genes foi identificado em bovinos da raça sintética Adaptur, produtos do cruzamento entre Hereford e Shorthorn. De acordo com Frisch (1994), vários anos de seleção demonstraram que o número médio de parasitas em animais com 0, 1 ou 2 cópias do gene foi de 128, 36 e 7, respectivamente, demonstrando a potencialidade da utilização de genes de grande efeito (MARTINEZ et al., 2004).

A identificação de QTLs no DNA pode ser baseada nos chamados genes candidatos, através da detecção de polimorfismos em genes diretamente relacionados à característica de interesse, ou no mapeamento genético (BIEGELMEYER, 2012). O mapeamento genético busca determinar polimorfismos relacionados a regiões genéticas de interesse, mesmo que o gene responsável pelo fenótipo desejável seja desconhecido (WOMACK, 1993 apud BIEGELMEYER, 2012). Um dos tipos de marcadores moleculares mais polimórficos utilizados atualmente são os microssatélites, formados por uma sequência de até seis nucleotídeos repetidos em tandem.

Os avanços tecnológicos e o recente sequenciamento do genoma bovino disponibilizaram nos últimos anos outra classe de marcadores, denominados SNPs (*Single Nucleotide Polimorphisms*), que constituem polimorfismos em um único par de bases, muito úteis na construção de mapas genéticos de alta resolução devido a sua alta frequência e distribuição homogênea ao longo de todo o genoma (LI et al., 2009).

Os genes do complexo maior de histocompatibilidade (*bovine lymphocyte antigen - BoLA*). Estão entre os genes mais estudados do sistema imunológico e associados à resistência dos hospedeiros estão os Localizados no cromossomo 23, estes genes codificam glicoproteínas de superfície celular que atuam como receptores nas células apresentadoras de antígenos, acoplando e apresentando peptídeos antigênicos para os linfócitos T, responsáveis pelo início da resposta imune (TIZARD, 2008). Desta forma, variações nos genes de classe I e II deste complexo poderiam influenciar a capacidade imune dos animais (TAKESHIMA; AIDA, 2006), e os mecanismos de resistência e desenvolvimento da resposta imunológica poderiam ser elucidados a partir da compreensão da expressão destes genes.

Avaliando rebanhos leiteiros mistos, Martinez et al. (2004) encontraram relação significativa entre a contagem de carrapatos e os alelos 10 e 42 do gene BoLA-DRB3.2. Associações entre a resistência e marcadores microssatélites na região de classe II do gene BoLA também foram relatadas por Acosta-Rodríguez et al. (2005), Martinez et al. (2006) e Untalan et al. (2007).

Estudos desenvolvidos por Gasparin et al. (2007), Regitano et al. (2008) e Machado et al. (2010) buscaram identificar QTLs para resistência ao carrapato em animais Gir x Holandês através da varredura do genoma com marcadores microssatélites, detectando QTLs nos cromossomos 2, 5, 7, 10, 11, 14, 23 e 27.

Recentemente, Porto Neto et al. (2011) confirmaram a ocorrência de QTLs nos cromossomos 3 e 10. Em um estudo de associação do genoma utilizando SNPs realizado por Barendse (2007), um grande número de polimorfismos de base única associados à característica de resistência ao *R. (B.) microplus* foi observado em diversas regiões genômicas. Também em um estudo de associação com SNPs, Turner et al. (2010) demonstraram a ocorrência de uma baixa correlação entre os efeitos dos alelos envolvidos com a produção de leite e a contagem de carrapatos, indicando que uma seleção pela característica de resistência provavelmente não prejudicaria a produção leiteira do rebanho.

Porto Neto et al. (2010) utilizaram a metanálise para combinar os resultados dos estudos de associação de Turner et al. (2010) e os dados das análises de expressão de genes para resistência na pele de bovinos das raças Brahman e Holandesa realizadas por Piper et al. (2008), e indentificaram que ambos os trabalhos apresentaram regiões genômicas em comum nos cromossomos *Bos taurus* (BTA) de número 2, 10, 13 e 19, incluindo 20 genes.

Os genes que contribuem para os fenótipos de resistência ainda não estão completamente descritos, e muitos trabalhos já foram conduzidos no sentido de elucidar questões relativas tanto à imunidade inata do hospedeiro (MORAES et al., 1992; ANDRADE et al., 1998; TURNI et al., 2002; VERÍSSIMO et al., 2002; FRAGA et al., 2003) como à imunidade adquirida após exposições ao carrapato (BECHARA et al., 2000; SZABÓ et al., 2003; KASHINO et al., 2005; SKALLOVÁ et al., 2008; PIPER et al., 2008, 2009, 2010; CARVALHO et al., 2008, 2011 apud BIEGELMEYER, 2012).

Considerando os resultados obtidos pelas pesquisas com marcadores moleculares, Lôbo et al. (2010) destacam que a próxima fase no processo de compreensão dos mecanismos genéticos envolvidos na expressão da resistência será a identificação dos genes responsáveis pelos efeitos apresentados pelos QTLs mapeados.

O incremento de programas de seleção considerando a resistência dos animais ao carrapato bovino *R. (Boophilus microplus)* poderá explorar genes de efeito maior (FRISCH, 1994 e FRISCH et al., 2000) associados a essa resistência, assim como a utilização de marcadores moleculares que possam estar associados à resistência dos animais a estes ectoparasitas.

De acordo com Gomes, (2010) os estudos na área de Seleção Genômica para característica de resistência ao carrapato bovino vêm sendo realizados por outros grupos de pesquisa no Brasil, no entanto, têm sido pouco explorados na geração de raças oriundas do cruzamento entre animais de origem europeia e zebuína, a resistência à infestação por carrapatos é de difícil medição no campo e o acompanhamento em nível de fazenda depende da exposição do animal as infestações e do monitoramento constante destas. A Seleção Genômica para característica resistência ao *R. (Boophilus microplus)* permitiria a identificação mais precisa destes indivíduos eliminando a necessidade de exposição dos animais ao parasitismo, possibilitando a classificação destes quando ainda jovens.

A seleção de animais resistentes em programas de melhoramento genético é uma das formas de controle parasitário mais promissor, uma vez que têm como premissa a prevenção, com efeito permanente durante a vida do animal e acumulativo no rebanho ao longo do tempo. Além das contagens, também está sendo realizada nas propriedades a coleta de amostras de sangue dos animais incluídos no trabalho. O sangue é coletado pelos produtores em cartões para armazenamento de DNA e enviados para Embrapa Pecuária Sul. Estas amostras serão processadas no laboratório de Genética Animal da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. O DNA extraído de cada amostra será enviado para genotipagem em laboratório terceirizado de prestação de serviços, no exterior ou no Brasil, explica (GOMES, 2010).

Finalmente, o uso de ferramentas genômicas nos programas de avaliação de mérito genético resulta em perspectivas tecnológicas de grande impacto no cenário da produção

animal em promover melhor qualidade do produto e maior lucratividade do produtor. Para o melhoramento esta tecnologia traduz em maiores acurácias das avaliações genéticas e redução do intervalo de gerações, além disso, contribui para o enriquecimento do conhecimento das técnicas moleculares tornando o processo menos oneroso e mais próximo ao produtor rural.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente a Seleção Genômica já é realidade e pode ser usada nas diversas raças como alternativa não só de manejo, como comercial, sendo a identificação de marcadores moleculares relacionados à resistência do carrapato, produto utilizado para aumentar o número de animais com alto potencial genético para características de importância econômica dentro do sistema de produção.

Acredita-se que as informações obtidas através deste trabalho possam contribuir para futuras pesquisas, orientar diversas ações, em especial no controle do carrapato bovino para desenvolver estratégias combinando ferramentas de genética quantitativa e molecular para Seleção Genômica de animais mais resistentes a infestação natural pelo carrapato bovino *R. Boophilus microplus*, nas diferentes raças.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA-RODRÍGUEZ, R., R. ALONSO-MORALES, S. BALLADARES, H. FLORES-AGUILAR, Z. GARCIA-VAZQUEZ AND C. GORODEZKY. 2005. Analysis of BoLA class II microsatellites in cattle infested with *Boophilus microplus* ticks: class II is probably associated with susceptibility. *Vet. Parasit.*, 127: 313-321.

ALVES-BRANCO, F. P. J.; PINHEIRO, A. C.; SAPPER, M. F. M. Controle dos principais ectoparasitos e endoparasitos em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. Série Documentos, Embrapa Pecuária Sul, n.18, 2000.

ALVES-BRANCO, F.P.J., A.C. PINHEIRO AND M.F.M. SAPPER. 2000. Controle dos principais ectoparasitas e endoparasitas em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. Série Documentos, Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS, n.18. 54p.

ALVES-BRANCO, F.P.J., PINHEIRO, A.C., MACEDO, J.B.R.R. Influência da cor da pelagem na infestação por carrapato (*Boophilus microplus*) em bovinos da raça Ibagé. In: Coletânea das Pesquisas em Medicina Veterinária e Parasitologia, Bagé, EMBRAPA/CNPO, 1987, p.238-242.

ANDRADE, A.B.F., SILVA, R.G., COSTA, A.J., ROCHA, U.F., LANDIM, V.J.C. Genetic and environmental aspects of the resistance of zebu cattle to the tick *Boophilus microplus*. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale, NSW, Australia. Proceedings...Armidale 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Armidale, 1998, v.27, p.339-342.

ANDRADE, M. L.; MIELITZ NETTO, C. G. A.; NABINGER, C.; SANGUINÉ, E.; WAQUIL, P. D.; SCHNEIDER, S. Caracterização socioeconômica e produtiva da bovinocultura de corte no estado do Rio Grande do Sul. Revista Estudo e Debate, Lajeado, RS, v. 14, n. 2, p. 95-125, 2007.

ANDREOTTI, Renato; GOMES, Alberto. **Situação Atual e Perspectivas no Controle do Carrapato em Bovinos por meio de vacina.** Campo Grande, Comunicado Técnico n. 80, 3 p. Julho, 2003.

ARENALES, Maria do Carmo. Homeopatia em gado de corte. In: Seminário Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte, VI, 2004, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2004. p. 27-50

BARENDSE, W. 2007. Assessing tick resistance in a bovine animal for selecting cattle for tick resistance by providing a nucleic acid from the bovine animal and assaying for the occurrence of a single nucleotide polymorphism (SNP). Patent application WO2007051248-A1. p.1-146.

BIEGELMEYER, Resistência genética à infestação natural e artificial por *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* em bovinos das raças Hereford e Braford. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012. Orientador: Prof. Dr. Nelson José Laurino Dionello. Co-orientadores: PhD. Fernando Flores Cardoso, Prof. Dr. Leandro Quintana Nizoli.

CARDOSO, V. Avaliação de diferentes métodos de determinação da resistência genética ao carrapato *Boophilus microplus*, em bovinos de corte. Jaboticabal, SP, 2000, 108p.

CARDOSO, V., FRIES, L.A., ALBURQUERQUE, L.G. Determinação da resistência genética a *Boophilus microplus*, através de medidas em diferentes regiões do corpo de bezerros F1 Angus x Nelore desmamado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37. 2000 Anais. Viçosa, MG: SBZ, 115, v.1, p.1-3, 2000.

CARDOSO, V.; FRIES, L. A.; ROSO, V. M.; BRITO, F. V. Estimates of heritability for resistance to *Boophilus microplus* tick evaluated by an alternative method in a commercial Polled Hereford x Nelore population in Brazil. Proceedings of 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, Brasil, 2006. CD-ROM.

CARRAPATO: problemas e soluções / editor, JOHN FURLONG – Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005.

CIAUDIA GULIAS GOMES, pesquisadora da Embrapa Pecuária Sul, Seleção Gênômica, Revista Hereford e Braford, 2010

CORDOVÉS, C.O. 1997. Carrapato, controle ou erradicação. 2. Ed. Guaíba, Livraria e Editora Agropecuária Ltda. 176p.

FAO. 2004. (eds.) Module 1. Ticks: Acaricide resistance: Diagnosis management and prevention. In Guidelines Resistance Management and integrated parasite control in ruminants. Rome: FAO Animal Production and Health Division, CDRom.

FRAGA, A.B., ALENCAR, M.M., FIGUEIREDO, L.A., RAZOOK, A.G., CYRILLO, J.N.S.G. Análise de fatores genéticos e ambientais que afetam a infestação de fêmeas bovinas da raça Caracu por carrapatos (*Boophilus microplus*). Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.32, n.6 (suplemento 1), p.1578-1586, 2003.

FRAGA, A.B., ALENCAR, M.M., FIGUEIREDO, L.A., RAZOOK, A.G., CYRILLO, J.N.S.G. Análise de fatores genéticos e ambientais que afetam a infestação de fêmeas bovinas das raça Caracu por carrapatos (*Boophilus microplus*). Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.32, n.6 (suplemento 1), p1578-1586, 2003.

FRISCH, J. E.; O'NEILL, C. J.; KELLY, M. J. Using genetics to control cattle parasites: the Rockhampton experience. International Journal for Parasitology, Oxford, v. 30, n. 3, p. 253 - 264, Mar. 2000.

FRISCH, J.E. 1994. Identification of a major gene for resistance to cattle ticks. World Congress on Genetic Applied to Livestock Production, 4. Proceedings ... Guelph, Ontario. pp. 293-295.

FURLONG, J. (Org.). Carrapatos: problemas e soluções. 1. ed. Juiz de Fora: EmbrapaGado de Leite, 2005, v. 1, 65 p.

FURLONG, John.; PRATA, Márcia. **Controle estratégico do carrapato de bovinos de leite.** Juiz de Fora, Circular Técnica n. 38, 2 p. Marco, 2006.

GASPARIN, G., M. MIYATA, L.L. COUTINHO, M.L. MARTINEZ, R.L. TEODORO, J. FURLONG, M.A. MACHADO, M.V.G.B. SILVA, T.S. SONSTEGARD AND L.C.A. REGITANO. 2007. Mapping of quantitative trait loci controlling tick [*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*] resistance on bovine chromosomes 5, 7 and 14. *Anim. Genet.*, 38: 453-459.

GODDARD, M.; HAYES, B.J. Mapping genes for complex traits in domestic animals and their use in breeding programs. *Nature Reviews Genetics*, v.10, n.6, p.381-391, 2009.

GOMES, A.G. Resistência à infestação natural por larvas, ninfas e adultos de *Boophilus microplus* em vacas zebuínas da raça Gir, em função de sua idade, da gestação, da lactação e da seleção para produção leiteira, com e sem tratamento carrapaticida, ao longo de 12 estações consecutivas de um triênio. São Paulo: Instituto de Ciências Biomédicas/USP, 1992. 90 fls. Tese Doutorado.

GONZALES JC (2003). O controle do carrapato do boi. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, ed 3, 128. Martins JR, Doyle R (2008). Comportamento do amitraz 12,5% em testes "in vitro" frente ao carrapato *Boophilus microplus* no período de 2004 a 2007. In: XXXV Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, Gramado, RS, Brasil. Anais... Gramado

GRISI, L., MASSARD, C.L., MOYA BORJA, G.E., PEREIRA, J.B. Impacto econômico das principais ectoparasitoses em bovinos no Brasil. *A Hora Vet.* Ano 21 n. 125, p.8-10, 2002.

HAYES, B.J.; BOWMAN, P.J.; CHAMBERLAIN, A.J. et al. Invited review: Genomic selection in dairy cattle: progress and challenges. *Journal of Dairy Science*, v.92, n.2, p.433-443, 2009.

HENDERSON, C.R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics*, v.31, p.423, 1975.

HONER, M.R., A. GOMES. O manejo integrado de mosca dos chifres, berne e carrapato em gado de corte. Campo Grande : Embrapa Gado de Corte, 1990. 60 p. (Circular Técnica, 22).

JOHNSTON, T .H.; BANCROFT, MJ.; FELLOW, E.H.; FELLOW, W.H. A tick-resistant condition in cattle. *Proc. Roy. Soc. Qd.*, 3~11):219-317, 1918.

KASHINO, S.S., RESENDE, J., SACCO, A.M., ROCHA, C., PROENCA, L., CARVALHO, W.A., FIRMINO, A.A., QUEIROZ, R., BENAVIDES, M., GERSHWIN, L.J. AND MIRANDA SANTOS, I.K. de 2005. *Boophilus microplus*: the pattern of bovine immunoglobulin isotype responses to high and low tick infestations. *Exp Parasitol*, 110: 12-21.

KEMP, D. H. et al. *Boophilus Microplus*: The effect of host resistance on larval attachments and growth. *Parasitology*, v.73, p.123-136, 1976.

KUTTLER, K.L. Chemotherapy of babesiosis: A review. In: *Babesiosis*. RISTIC, M., KREIER, J.P. New York: Academic Press, 1981. p.65.

LASLEY, J.F. 1987. *Genetics of Livestock Improvement*. Prentice - Hall, 4th Ed., Inc. Englewood Cliffs, NJ.

LEMOES, A.M., TEODORO, R.L., OLIVEIRA, G.P., MADALENA, F.E. Comparative performance of six Holstein-Friesian x Guzera Grades in Brazil. 3. Burdens of *Boophilus microplus* under field conditions. *Anim. Prod.* v.41, p.187-191, 1985.

LI, R., LI, Y., FANG, X., YANG, H., WANG, J., KRISTIANSEN, K. AND WANG, J. 2009. SNP detection for massively parallel whole-genome resequencing. *Genome Res*, 19: 1124-1132.

LÔBO, R.B., T.C.B.S.C. BITTNECOURT AND L.F.B. PINTO. 2010. Progresso científico em melhoramento animal no Brasil na primeira década do século XXI. *R. Bras. Zootec.*, 39: 223-235.

MACHADO, M.A., A.L.S. AZEVEDO, R.L. TEODORO, M.A. PIRES, M.G.C.D. PEIXOTO, C. DE FREITAS, M.C.A. PRATA, J. FURLONG, M.V.G.B DA SILVA, S.E.F. GUIMARÃES, L.C.A. REGITANO, L.L. COUTINHO, G. GASPARIN AND R.S. VERNEQUE. 2010. Genome wide scan for quantitative trait loci affecting tick resistance in cattle (*Bos taurus* x *Bos indicus*). *BMC Genomics*, 11: 1-11.

MARTINEZ, M.L., M.A. MACHADO, C.S. NASCIMENTO, M.V.G.B. SILVA, R.L. TEODORO, J. FURLONG, M.C.A. PRATA, A.L. CAMPOS, M.F.M. GUIMARÃES, A.L.S. AZEVEDO, M.F.A. PIRES AND R.S. VERNEQUE. 2006. Association of BoLA-DRB3.2 alleles with tick (*Boophilus microplus*) resistance in cattle. *Genet. Mol. Res.*, 5: 514-524.

MARTINEZ, M.L., M.V.G.B. DA SILVA, M.A. MACHADO, C.S. DO NASCIMENTO, A.L. CAMPOS, M.F.M. GUIMARÃES, J. FURLONG, M.F.A. PIRES AND R.L. TEODORO. 2004. Associação do gene candidato BoLA-DRB3.2 com resistência a

ectoparasitas em bovinos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41., 2004, Campo Grande, MS. *Anais...* Campo Grande. CD-ROM.

MARTINS, R.M. Estudo *in vitro* da ação acaricida do óleo essencial da gramínea Citronela de Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) no carrapato *Boophilus microplus*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.8, n.2, p.71-8, 2006.

MENDES, M. C.; LIMA, C. K. P.; PRADO, Â. P. Determinação da frequência de realização de bioensaios para o monitoramento da resistência do carrapato *Boophilus microplus* (acari: ixodidae). *Arquivos do Instituto de Biologia, São Paulo*, v. 74, n. 2, p.87-93, abr./jun. 2007.

MENDES, S.S., BONFIM, R.R., JESUS, H.C.R., ALVES, P.B., BLANK, A.F., ESTEVAM, C.S., ANTONIOLLI, A.R, AND THOMAZI, S.M. 2010. Evaluation of the analgesic and anti-inflammatory effects of the essential oil of *Lippia gracilis* leaves, *J Ethnopharmacol*, 129: 391-397.

MEUWISSEN, T.H.E.; HAYES, B.J.; GODDARD, M.E. Prediction of total genetic value using genome wide dense marker maps. *Genetics*, v.157, n.4, p.1819-1829, 2001.

MORAES, F.R., J.R.E MORAES, A.J. COSTA, U.F. ROCHA AND F.A. ARDISSON. 1992. A comparative study of lesions caused by different parasitic stages of *Boophilus microplus* (Canestrini) in the skins of naturally infested taurine and zebuine hosts. The correlation of tick resistance with mast cell counts in the host's skin. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, 29: 378-383.

OLIVEIRA, G. P.; ALENCAR, M. M.; FREITAS, A. R. Resistência de bovinos ao carrapato *Boophilus microplus*. II. Infestação Natural. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.24. n.10, p1267- 1271, 1989.

OLIVEIRA, G. P.; COSTA, R. P.; MELLO, R. P.; MENEGUELLI, C. A. Estudo ecológico da fase não parasitária do *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) no Estado do Rio de Janeiro. *Arq. Univ. Fed. Rural Rio J.*, v. 4, n. 1, p.1-10, 1974.

OLIVEIRA, G.P.; ALENCAR, M.M. Resistencia da raga Canchim ao carrapato *Boophilus microplus* (Can.) em comparacao a raga Nelore. I. Infestacao artificial. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 22, n. 4, p. 433-438, 1987.

PARANHOS DA COSTA, MATEUS JOSÉ RODRIGUES; CHIQUITELLI NETO, MARCOS. O comportamento e o manejo de bovinos de corte. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, V, 2003, Goiânia. **Anais...**Goiânia: CBNA, 2003.

PIPER, E.K., N.N. JONSSON, C. GONDRO, A.E. LEW-TABOR, P. MOOLHUIJZEN, M.E. VANCE AND L.A. JACKSON. 2009. Immunological profiles of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle infested with the cattle tick, *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*. *Clin. Vaccine Immunol.*, 16: 1074-1086.

PORTO NETO, L.R., R.J. BUNCH, B.E. HARRISON AND W. BARENDSE. 2011. DNA variation in the gene ELTD1 is associated with tick burden in cattle. *Anim. Genet.*, 42: 50-55.

PORTO NETO, L.R., R.J. BUNCH, B.E. HARRISON, K.C. PRAYAGA AND W. BARENDSE. 2010. Haplotypes that include the integrin alpha 11 gene are associated with tick burden in cattle. *BMC Genet.*, 11: 55.

REGITANO, L. C. A; OLIVEIRA, M. C. S; ALENCAR, M. M.; CARVALHO, M. E.; ANDRÉO, R.; MOREIRA, I. C.; NÉO, T. A.; BARIONI, W.; SILVA, A. M. Avaliação da resistência de bovinos de diferentes grupos genéticos ao carrapato e à babesiose. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Pecuária Sudeste*, n.9, 2006.

REGITANO, L.C.A., A.M.G. IBELLI, G. GASPARIN, M. MIYATA, A.L.S. AZEVEDO, L.L. COUTINHO, R.L. TEODORO, M.A. MACHADO, M.V.G.B. SILVA, L.C. NAKATA, L.G. ZAROS, T.S. SONSTERGARD, A.M. SILVA AND M.M. ALENCAR. 2008. On the search for markers of tick resistance in bovines. *Dev. Biologicals*, 132: 225-230.

RIEK RF. (1972). The cattle tick and fever. *Aust Vet J.*, 41: 211–215.

RIEK, R. F. Studies on the reaction of animals to infestation with tick. VI Resistance of cattle to infestation with the tick *Boophilus microplus* (Canestrini). *Australian Journal of Agricultural Research*, v.13, p.532-549, 1962.

RIEK, R.F. Studies on the reaction of animals to infestation with tick. VI. Resistance of cattle to infestation with the tick *Boophilus microplus* (can.). *Auat. J. Agric. Rea.*13:532-50, 1985.

SCHLEGER, A.V.; LINCOLN, D.R.; BOURNE, A.S. Arteriovenous anastomosis in the dermal vasculature of the skin of *Bos Taurus* cattle, and their relationship with resistance to the tick *Boophilus microplus*. *Australian Journal of Biological Science*, v.34, p.26-35, 1981.

SEIFERT, G.W. Variation between and within breeds of cattle in resistance to field infestation of the cattle tick (*Boophilus microplus*). *Aust. J. Agric. Res.* 2~1):159-68, 1971.

SILVA, JULIANA JUNQUEIRA. Susceptibilidade de *Haematobia irritans* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Muscidae) ao inibidor de desenvolvimento de insetos, diflubenzuron, em Uberlândia – MG. 2001. 45 f. Dissertação (Mestrado em Imunologia e Parasitologia) – Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, 2001.

Takehima, S. and Y. Aida. 2006. Structure, function and disease susceptibility of the bovine major histocompatibility complex. *Anim. Sci. J.*, 77: 138-150.

THIESEN, WL *Biologia do carrapato Boophilus microplus*. In: SEMINARIO NACIONAL SOBRE PARASITOSE DOS BOVINOS, I. Campo Grande, 1979, p.207-215, Anais..., Campo Grande, 1979.

TIZARD, I.R. 2008. *Imunologia Veterinária: Uma Introdução*. 8ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 587p.

TURNER, L.B., B.E. HARRISON B.E., R.J. BUNCH, L.R. PORTO NETO, Y.T. LI AND W. BARENDSE. 2010. A genome wide association study of tick burden and milk composition in cattle. *Anim. Prod. Sci.*, 50: 235-245.

UNTALAN, P.M., J.H. PRUETT AND C.D. STEELMAN. 2007. Association of the bovine leukocyte antigen major histocompatibility complex class II DRB3*4401 allele with host resistance to the Lone Star tick, *Amblyomma americanum*. *Vet. Parasitol.*, 145: 190-195.

UTECH, K. B. W.; SEIFERT, G. W.; WHARTON, R. H. Breeding Australian Illawarra Shorthorn cattle for resistance to *Boophilus microplus*. I. Factor affecting resistance. *Australian Journal Agriculture Research*, v. 29, p. 411- 422, 1978.

VERÍSSIMO, C.J. Prejuízos causados pelo carrapato *Boophilus microplus*. *Zootecnia*, v.31, n.3/4, p. 97-106, 1993.

- VERÍSSIMO, C.J., MACHADO, S.G. Fase de vida livre do ciclo evolutivo do carrapato *Boophilus microplus*. *Zootecnia.*, v.33, n.2, p.41-53, 1995.
- VERISSIMO, C.J., NICOLAU, C.V.J., CARDOSO, V.L., PINHEIRO, M.G. Haircoat characteristics and tick infestation on Gyr (zebu) and crossbred (Holstein x Gyr) cattle. *Arquivos de Zootecnia, Córdoba*, v.51, n.195, p.389-392, 2002.
- VERÍSSIMO, C.J., SILVA, R.G., OLIVEIRA, A.A.D., RIBEIRO, W.R., ROCHA, U.F. Resistência e suscetibilidade de bovinos leiteiros mestiços ao carrapato *Boophilus microplus*. *B. Industr. anim.*, V.54, n.2, p.1-10, 1997.
- VILLARES, J.B.1941. Climatologia Zootécnica. III. Contribuição ao estudo da resistência e susceptibilidade genética dos bovinos ao *Boophilus microplus*. *Boletim de Indústria Animal* 4:60-86.
- WATERS, K.S. Controlling cattle ticks by breeding and selection in North Queensland. *Queensland Agric. J.* 108(4):200-2,1982.
- WOMACK, J.E. 1993. The goals and status of the bovine gene map. *J. Dairy Sci.*, 76: 219-226.